MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE ALE NATURII

Cu titlu de manuscris
C.Z.U: 551.583:574(478)„20”(0432)

CAZAC VALERIU

IMPACTUL FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI DE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA LA ÎNCEPUTUL SECOLULUI XXI ȘI POSIBILITĂȚI DE ATENUARE

166.02 - PROTECȚIA MEDIULUI ȘI FOLOSIREA RAȚIONALĂ A RESURSELOR NATURALE

Rezumatul tezei de doctor în ştiinţe ale mediului

CHIȘINĂU, 2023

Teza a fost elaborată în cadrul Școlii Doctorale Științe ale Naturii, Universitatea de Stat din Moldova

Conducător științific:
CODREANU Igor conferențiar universitar, doctor în geografie, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă"

Componența comisiei de susținere publică a tezei de doctorat:

DUCA Gheorghe	profesor universitar, doctor habilitat în științe chimice, academician, Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova - **președinte**
CODREANU Igor	conferențiar universitar, doctor în geografie, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă"- **conducător de doctorat**
BEJAN Iurii	conferențiar universitar, doctor în geografie, Institutul de Ecologie și Geografie - **referent**
PUȚUNTICĂ Anatolie	conferențiar universitar, doctor în geografie, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă", **referent**
BREABĂN Iuliana Gabriela	conferențiar universitar, doctor habilitat, Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Romania - **referent**

Susținerea va avea loc la **26 ianuarie 2024, ora 15:00, sala 222**, în cadrul ședinței de susținere publică a tezei de doctorat în cadrul Școalii Doctorale Științe ale Naturii, sediul- Universitatea de Stat din Moldova (http://www.usm.md), str. A. Mateevici 60, blocul 4, auditoriul 222, MD-2009, Chișinău, Moldova.

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate în Biblioteca Națională a Republicii Moldova, Biblioteca Centrală a Universității de Stat din Moldova (MD 2009, mun. Chișinău, str. Alexei Mateevici 60), pe pagina web a ANACEC (www.cnaa.md) și pe pagina web a USM (http://www.usm.md).

Rezumatul a fost expediat la „____" Decembrie " 2023.

Președintele Comisiei de Doctorat **DUCA Gheorghe**
Profesor universitar,
doctor habilitat în științe chimice,
academician

Conducător științific: **CODREANU Igor**
Conferențiar universitar, doctor în geografie,
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă"

Autor: **CAZAC Valeriu**

© Cazac Valeriu, 2023

CUPRINS

REPERE CONCEPTUALE ALE LUCRĂRII 4
CONȚINUTUL TEZEI 7
1. BAZELE ȘTIINȚIFICO-METODICE DE CERCETARE A FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI 7
1.1 Cadrul conceptual al studiului privind fenomenele meteo-climatice de risc 7
1.2 Abordarea și aplicarea metodologică în cercetarea fenomenelor meteo-climatice de risc 8
1.3 Analiza cadrului legal privind monitoringul și prognoza fenomenelor meteo-climatice de risc 9
2. REȚELELE DE MONITORING A SERVICIULUI HIDROMETEOROLOGIC 9
DE STAT 9
2.1 Rețeaua Națională de Observații Meteorologice a Serviciului Hidrometeorologic de Stat.. 9
2.2 Rețeaua Națională de Monitoring Hidrologic a Serviciului Hidrometeorologic de Stat 10
3. CARACTERIZAREA FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI 11
3.1 Generalități 11
3.2 Uscăciunea şi seceta 11
3.3 Vânturile puternice 13
3.4 Ploile torenţiale 14
3.5 Inundațiile 14
3.6 Orajele 15
3.7 Grindina 15
3.8 Valurile de căldură 16
3.9 Înghețurile timpurii de toamnă și cele tardive de primăvară 17
4. IMPACTUL FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA LA ÎNCEPUTUL SEC. XXI 18
4.1 Pagube produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în Republica Moldova 18
4.2 Pagube produse mediului de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în Republica Moldova 21
5. MĂSURI DE ADAPTARE ȘI ATENUARE A IMPACTULUI FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA 23
5.1 Măsuri de adaptare și atenuare la efectele fenomenelor meteo-climatice de risc în sectoarele economiei naționale 24
5.2 Măsuri de adaptare și atenuare la fenomenele meteo-climatice de risc privind mediul natural.... 26
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI 27
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ: 29
LISTA publicațiilor la tema tezei 33
ADNOTARE (în română, rusă și engleză) 34

REPERE CONCEPTUALE ALE LUCRĂRII

Actualitatea şi importanţa problemei abordate. Manifestările tot mai frecvente ale fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului, cum sunt uscăciunea și secetele, vânturile puternice, ploile torențiale, inundaţiile, orajele, grindina, valurile de căldură, înghețurile timpurii și cele tardive, la care se adaugă multiplele intervenții nefaste din partea factorului uman, au o influenţă directă atât asupra securităţii şi bunăstării populaţiei, cât și asupra dezvoltării durabile a economiei și a sustenabilității mediului cu impact direct asupra vieţii fiecărei persoane şi societăţii per ansamblu.

Actualitatea și importanța abordării problemelor privind fenomenele meteo-climatice de risc a devenit o sarcină primordială, deoarece omenirea pe parcursul dezvoltării a fost influențată de climă, vreme și apă, iar în prezent impactul acestor fenomene asupra omului a crescut în mod semnificativ. Totodată este important de a conștientiza, că activitatea umană a declanșat procesul invers al acțiunii umane asupra elementelor de climă, resurselor de apă și a mediului natural.

Economia Republicii Moldova, cu ramura de bază - agricultura este direct dependentă de factorii climatici, iar fenomenele meteo-climatice de risc stopează tot mai mult progresul economic și pun în pericol bunăstarea și securitatea socio-economică a populației.

Creșterea naturală a populației de pe glob, dezvoltarea rapidă a industriei, agricultura extensivă și intensivă, urbanizarea, extinderea infrastructurii și a liniilor de comunicații, creșterea consumului de energie tradițională, defrișările masive, desecarea mlaștinilor și luncilor râurilor condiționează schimbări climatice și, în consecință catalizează manifestarea calamităților naturale, dintre care 90% constituie cele de origine meteo-climatică.

Cunoașterea genezei, a evoluției spațio-temporale a fenomenelor meteo-climatice de risc, dar și a gradului de vulnerabilitate și de impact asupra populației și a economiei Republicii Moldova, este o necesitate indiscutabilă pentru elaborarea și implementarea strategiei și a programului național de adaptare și atenuare a consecințelor riscurilor, provocate de fenomenele meteo-climatice de risc.

În acest scop, pentru a implementa planuri locale și programe naționale de acțiuni și pentru a aplica măsuri adecvate de atenuare a consecințelor negative, dar și pentru a proteja și a reabilita regiunile afectate de fenomenele meteo-climatice de risc, se impune o cunoaștere profundă atât a circumstanțelor apariţiei și legităților de manifestare a fenomenelor meteo-climatice de risc, a gradului de vulnerabilitate a populației, economiei și a mediului la fenomene meteo-climatice de risc, cât și cercetarea și evaluarea impactului asupra oamenilor, economiei și mediului, cu identificarea măsurilor optime de atenuare și adaptare.

Prognoza cât mai timpurie și cât mai precisă a dezastrelor naturale are o importanță primordială. Nu în zădar se spune, că o persoană informată, avertizată la timp despre pericol este mai bine pregătită pentru înfruntarea acestuia.

Deși fenomenele meteo-climatice de risc provoacă pagube enorme economiei naţionale și mediului, cauzând adesea numeroase stricăciuni, iar uneori şi victime umane, acestea rămân până la ora actuală insuficient studiate atât în esenţa şi originea lor energetică, circumstanţele apariţiei şi legităţile repetării lor, cât și a estimării impactului și a pagubelor induse de către acestea.

Scopul lucrării constă în evaluarea impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de la începutul sec. XXI pe teritoriul Republicii Moldova, evidențierea, argumentarea și propunerea măsurilor de adaptare și atenuare în raport cu acestea.

Obiectivele cercetării:

- identificarea fenomenelor meteo-climatice de risc, care se manifestă în perioada caldă a anului în spațiul Republicii Moldova;
- crearea bazei de date privind fenomenele meteo-climatice de risc pentru perioada anilor 2000-2021;
- întocmirea unei baze de date asupra repartiției spațio-temporale a pagubelor produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în ultimii 22 de ani pe teritoriul Republicii Moldova;

- procesarea datelor statistice ce caracterizează manifestarea spațio-temporală a impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova la începutul secolului XXI;
- stabilirea variabilității spațio-temporale a riscurilor produse de fenomenele meteo-climatice de risc, identificate în spațiul Republicii Moldova;
- elaborarea hărților și a altor materiale grafice, utilizând instrumentele Sistemului Informațional Geografic (SIG), care reflectă spațiul geografic afectat de fenomenele meteo-climatice de risc la începutul sec. XXI;
- evidențierea și propunerea măsurilor de adaptare și atenuare a efectelor induse de fenomenele meteo-climatice de risc.

Metodologia cercetării științifice. Pentru realizarea scopului și obiectivelor temei de doctorat au fost utilizate metode de cercetare de specialitate [35, 23, 2], la fel și altele, precum metoda observației, cartografică, analizei, sintezei, istorică, comparativă, statistică ș.a.

În procesul de realizare a prezentului studiu au fost utilizate mijloace moderne de lucru, metode de observații în teren, de colectare și prelucrare a datelor statistice, metoda comparativă și de analiză, programul de calcul în limbajul de programare Visual Basic sub platforma OFFICE 365 prin EXCEL, SIG în prelucrarea datelor și elaborarea hărților, metoda cartografică de prelucrare și reprezentare grafică (hărți/diagrame) a rezultatelor obținute etc. Datele primare, utilizate în studiul de caracterizare a fenomenelor meteo-climatice de risc și a pagubelor provocate de către acestea au fost sistematizate, prelucrate, interpretate grafic și cartografic. Utilizarea acestor metode a făcut posibilă evaluarea expunerii teritoriului Republicii Moldova la manifestarea spaţio-temporală a fenomenelor meteo-climatice de risc menționate și elaborarea unui set de materiale cartografice, care reflectă impactul cu diferit grad de vulnerabilitate a teritoriului în profil administrativ-teritorial față de fiecare fenomen în parte, precum și față de complexul de riscuri studiate.

Noutatea ştiinţifică a rezultatelor obţinute. Lucrarea elaborată este de actualitate și reprezintă un studiu detaliat, prin care sunt formulate și aplicate noi abordări de estimare a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului din Republica Moldova pentru anii 2000-2021.

Noutatea științifică a studiului realizat în cadrul tezei actuale de doctorat se axează, în principal, pe identificarea impactului acestor fenomene pe un nou principiu conceptual-teoretic de estimare diferențiată, care constă în ***identificarea impactului estimat prin pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc, raportate la unitate administrativ-teritorială (raion).***

În conformitate cu tematica tezei date, s-a prelucrat și analizat baza de date a IGSU din ultimii 22 de ani privind situațiile excepționale și impactul produs de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului, iar prin aplicarea SIG și a metodelor de prelucrare statistică a datelor au fost elaborate materiale geografice (harți, diagrame, tabele) privind repartiția spațio-temporală a impactului indus de aceste fenomene, precum și evedențiate măsuri de adaptare și atenuare la fenomenele de risc menționate.

Ca rezultat al studiului efectuat au fost evaluate și descrise:

- caracteristicile principale și tendințele spațio-temporale ale fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republica Moldova între anii 2000-2021;
- principiul conceptual-teoretic de estimare diferențiată a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc în timp și spațiu de pe teritoriul Republicii Moldova;
- pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova de la începutul sec. XXI.
- măsurile de adaptare și atenuare a impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă în Republica Moldova.

Problema științifică importantă soluționată:

- evaluarea impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova pe un nou principiu conceptual-teoretic, care constă în: ***identificarea impactului estimat prin pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc, raportate la unitatea administrativ-teritorială (raion).***

- evidențierea măsurilor de adaptare și atenuare a consecințelor negative a acestora asupra economiei, populației și mediului.

Semnificația teoretică a acestui studiu contribuie la dezvoltarea teoriei în domeniul climatologiei prin formularea unui nou principiu conceptual-teoretic. Acest principiu permite evaluarea diferențiată a impactului negativ al fenomenelor meteo-climatice de risc și oferă o nouă perspectivă în înțelegerea dinamicii și complexității fenomenelor meteo-climatice și a impactului lor. Teoria propusă în studiu dat, servește ca bază pentru elaborarea unor metode noi de adaptare și atenuare a efectelor fenomenelor meteo-climatice de risc. Acest aspect teoretic deschide calea către inovații practice, dar esența sa rămâne ancorată în contribuția la cunoașterea teoretică în domeniul climatologiei.

Valoarea aplicativă a lucrării. Rezultatele studiului efectuat sunt recomandate de a fi folosite în elaborarea și implementarea politicilor, proiectelor și măsurilor de prevenire și atenuare a impactului produs de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului pentru fiecare raion administrativ al Republicii Moldova. Prin realizarea materialelor geografice (hărți, diagrame, grafice) s-a reușit identificarea distribuției spațio-temporale a fenomenilor meteo-climatice de risc, reflectându-se amploarea impactului produs de acestea, propunându-se măsuri de adaptare și atenuare a consecințelor. Măsurile evedințiate pot fi utilizate de catre factorii de decizie în scopul amenajării raționale a teritoriului republicii și gestionării eficiente a situațiilor de criză.

Concluziile studiului dat pot fi utilizate în multiple domenii de activitate: industrie, agricultură, transport, educație, cercetare, management etc.

Rezultatele științifice propuse spre susținere: o nouă estimare diferențiată a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc, specifice perioadei calde a anului de la începutul secolului XXI de pe teritoriul Republicii Moldova, în raport cu amploarea pagubelor pe unitate de teritoriu (raion administrativ); o nouă abordare teoretică, în ceea ce privește repartiția spațio-temporală a riscurilor pentru perioada caldă a anului pe durata de 22 ani, prin estimarea pagubelor economice induse de acestea, și practică (revizuirea politicilor privind securitatea națională în managementul riscurilor), ce reflectă impactul spațio-temporal al riscurilor asupra economiei naționale, populației si mediului din Republica Moldova; evidențierea măsurilor de adaptare și atenuare la aceste riscuri.

Implementarea rezultatelor științifice. În corespundere cu tematica tezei de doctorat, a materialelor cartografice elaborate în baza SIG, precum și a măsurilor evidențiate de adaptare și atenuare a impactului riscurilor menționate, rezultatele științifice obținute sunt propuse pentru utilizare în: elaborarea noilor metode de evaluare a pagubelor, în conceptul ghidurilor privind protecția civilă ș.a.

Rezultatele obținute:

- baza de date cu referire la distribuția spatio-temporală a fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului, înregistrate și sistematizate în intervalul anilor 2000-2021 pe teritoriul Republicii Moldova;
- baza de date privind repartiția spațio-temporală a pagubelelor produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în ultimii 22 de ani pe teritoriul Republicii Moldova pentru unități teritoriale (raion);
- un nou principiu conceptual-teoretic de estimare diferențiată a impactului negativ al fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului din spațiul Republicii Moldova care constă în ***identificarea impactului estimat prin pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc, raportate la unitatea teritorială (raion administrativ);***
- hărțile și diagramele privind reapartiția spațio-temporală a pagubelor provocate de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de la începutul secolului XXI, elaborate în SIG se propun de a fi utilizate de IGSU, APC, APL și altor factori de decizie.

Totodată, rezultatele pot servi la elaborarea și implementarea politicilor, proiectelor și programelor de protecție civilă a populației, a mediului, în sectorul agricol, energetic, transport,

turism, cât și în predarea cursurilor de specialitate în învățământul superior (geografie, pedologie/pedogeografie, protecția mediului, agronomie etc.) pentru pregătirea profesională.

CONȚINUTUL TEZEI

1. BAZELE ȘTIINȚIFICO-METODICE DE CERCETARE A FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI

Capitolul include analiza cercetărilor privind fenomenele meteo-climatice de risc, care se produc pe teritoriul Republicii Moldova în perioada caldă a anului de la începsec. XXI pe durata a 22 ani. Prin monitorizarea și prognozarea fenomenelor meteo-climatice de risc s-au evidențiat aspectele ce țin de cadrul legal, rolul și sarcina Serviciului Hidrometeorologic de Stat (SHS), autoritate națională în domeniul monitorizării vremii și a climei pe teritoriul Republicii Moldova, în furnizarea către pulație, factori de decizie și agenți economici a informațiilor despre privind vremea, clima, apele de suprafață, dar și despre fenomenele meteo-climatice de risc.

În scopul cercetării temei date au fost utilizate, atât rapoartele cât și datele statistice din baza de date a SHS, IGSU și BNS. Din arhiva SHS au fost analizate date factologice și materiale privind fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului, înregistrate la cele 18 stații meteorologice. Datele colectate au fost structurate în cadrul programului *Microsoft Excel,* apoi sub formă tabelară au fost analizate și sistematizate. În prelucrarea, prezentarea grafică și cartografică a bazei de date inițiale folosită în elaborarea studiului de față s-au utilizat programe statistice și instrumente SIG, precum, Statgraphics, Instat Plus și ArcGis.

Pentru evaluarea impactului produs de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului pe teritoriul Republicii Moldova, în calitate de materiale primare informative și statistice, s-au utilizat datele din arhiva IGSU privind numărul de situații excepționale în raport cu fiecare fenomen meteo-climatic de risc pentru perioada 2000-2021 și pagubele materiale calculate pentru fiecare unitate administrativ-teritorială (raion).

1.1 Cadrul conceptual al studiului privind fenomenele meteo-climatice de risc

Preocupările asociate studierii fenomenelor climatice au fost grupate după abordarea lor în lucrări științifice, in care de la studierea unor cazuri aparte s-a trecut la o analiză mai complexă a fenomenelor, grupate, funcție de anumite caracteristici, criterii de periculozitate (de exemplu ploile torențiale), propunându-se metode de prognozare [55, 53]. Prima monografie complexă despre clima teritoriului Moldovei „Климат Молдавской ССР”, publicată în 1978, descrie şi unele aspecte de risc meteorologic (ceaţa, viscolul şi spulberarea zăpezii, grindina, depunerile complexe de gheaţă) [52]. Cercetările ulterioare au fost orientate spre studierea resurselor climatice și agroclimatice în scopul evidențierii specificului repartiției lor în timp și spațiu și a evaluării fenomenelor climatice de risc [54]. Unele aspecte referitoare la caracteristicile fenomenelor nefavorabile ale vremii le găsim în lucrarea „Агроклиматические ресурсы Молдавской ССР”, iar partea teoretică este însoţită de un bogat material statistic [47]. Fenomenele atmosferice precum: viscolul, fenomenele orajoase, furtunile de praf, grindina, înghețul, ceaţa etc. sunt descrise și în alte lucrări [55].

Cercetările sistematice ale caracteristicilor regionale a schimbărilor climatice de-a lungul mai multor decenii și până în prezent, precum și prognoza unor posibile schimbări au generat întocmirea și editarea Atlasului „Resursele Climatice ale Republicii Moldova” [38]. Ampla lucrare reflectă riscurile geomorfologice și climatice pentru Republica Moldova. Elaborarea Atlasului a reprezentat un element necesar în fața schimbărilor accelerate ale mediului, fapt ce comportă un grad sporit de riscuri naturale și antropice.

O importanță deosebită în cercetarea fenomenelor meteo-climatice din spațiul Republicii Moldova o au și studiile efectuate de Coșcodan M., Sofroni V., Boian I., Boboc N., Lalîkin N.,

Melniciuc O., Cojocari R., Topor V., Puțuntică A., Domenco R., etc. [3, 4, 13, 24, 29, 31, 26, 44, 45].

Informații despre riscurile meteo-climatice de pe teritoriul Republicii Moldova se regasesc și în lucrările climatologice realizate de cercetătorii Mișcenco Z., Constantinov T., Nedealcov M., Sofroni V., Boian I., Topor V., Cojocari R., etc.[7, 8, 9, 21, 22, 33,39, 38, 40, 41, 46, 48, 49, 51].

În lucrările bibliografice actuale riscurile meteo-climatice menționate sunt analizate prin prisma genezei lor, iar despre impactul acestora asupra populației, economiei și mediului sunt puține informații. Insuficient sunt tratate aspecte cu referire la ***impactul fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului și a pagubelor provocate de acestea.***

Studiul realizat în cadrul tezei de doctorat se axează, în principal pe ***identificarea impactului, evaluat prin pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc, raportate la unitatea administrativ-teritorială (raion) prin aplicarea unui nou principiu conceptual-teoretic de estimare diferențiată a acestuia.***

Aspectele amintite au servit ca bază de inițiere a prezentului studiu în care accentul a fost pus pe cercetarea impactului fenomenelor meteo-climatice de risc, amploarea pagubelor înregistrate și evidențierea măsurilor de adaptare și atenuare a consecințelor induse de fenomenele respective. Pe lângă cele evidențiate în lucrările bibliografice menționate mai sus, lucrarea de față aduce noi date privind impactul produs de fenomenele meteo-climatice de risc și consecințele acestora în Republica Moldova pentru începutul sec. XXI.

1.2 Abordarea și aplicarea metodologică în cercetarea fenomenelor meteo-climatice de risc

Cercetările au fost efectuate în perioada 2000-2021, având ca obiectiv stabilirea impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova la începutul secolului XXI și posibilități de atenuare.

În realizarea studiului de față s-au folosit date multianuale meteo-climatice din arhivele Serviciului Hidrometeorologic de Stat (SHS), Inspectoratului General pentru Situații de Urgență (IGSU) și Biroului National de Statistică (BNS). Din rapoartele anuale ale SHS „*cu referire la fenomenele hidrometeorologice nefavorabile și schimbările bruște ale vremii semnalate pe teritoriul Republicii Moldova*” a fost urmărită evoluția fenomenelor meteo-climatice de risc. Aprecierea impactului produs de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului s-a efectuat în baza materialelor primare informative și statistice din IGSU pentru perioada 2000-2021, ce reflectă numărul de situații excepționale în raport cu fiecare fenomen meteo-climatic de risc și pagubele produse raportate la unități administrativ-teritoriale (raioane). Pentru o imagine mai completă în vederea întocmirii materialelor lucrării au fost consultate și anuarele publicate ale BNS.

Datele primare colectate din arhivele menționate s-au introdus in fișiere de format Excel, ulterior prelucrate prin programe de statistică (Statgraphics, Instat Plus și ArcGis). În lucrare s-au folosit metode clasice (catografică, inductivă, analizei, sintezei, comparativă, istorică) și metode actuale de estimare spațio-temporala a parametrilor analizați în cadrul studiului, metode utilizate pe larg în literatura de specialitate [35, 23, 2]. Prin metoda statistică s-a evaluat impactul fenomenelor meteo-climatice de risc asupra populației, economiei și mediului și au fost elaborate materiale cartografice și diagrame despre distribuția diferentiată a impactului produs de aceste fenomene.

În scopul aplicării metodologiei de cercetare a fenomenelor meteo-climatice de risc, au fost analizate standardele naționale aprobate în domeniul meteorologiei și climatologiei. S-a constatat, că domeniul meteorologic și climatologic din Republica Moldova are carențe în aprobarea standardelor naționale, la momentul actual fiind utilizate și aplicate standarde din fosta URSS și ale Organizației Meteorologice Mondiale (OMM). În prezent în Republica Moldova sunt aprobate unele standarde ale OMM.

1.3 Analiza cadrului legal privind monitoringul și prognoza fenomenelor meteo-climatice de risc

Autoritatea națională în domeniul monitorizării vremii și a climei pe teritoriul Republicii Moldova este Serviciul Hidrometeorologic de Stat (SHS). Sarcina principală a SHS constă în asigurarea populației, factorilor de decizie și agenților economici cu informații privind starea și evoluția vremii, a climei și a apelor de suprafață, cât și despre fenomenele meteo-climatice.

Informația operativă și de regim se utilizează la elaborarea prognozelor privind starea vremii și a mediului ambiant, a avertizărilor privind fenomenele meteorologice nefavorabile, la informarea organelor de conducere și a agenților economici, a regimului meteorologic și climatic al teritoriilor, crearea bazei naționale de date climatice etc. [41].

La ora actuală rețeaua națională de monitoring a climei în Republica Moldova funcționează în corespundere cu:

- Legea nr. 1536-XIII din 25 februarie 1998 „Cu privire la activitatea hidrometeorologică".
- Hotărârea Guvernului nr. 935 din 11 octombrie 1999 "Cu privire la utilizarea informației hidrometeorologice în activitatea economică a agenților economici".
- Hotărârea Guvernului nr. 401 din 3 aprilie 2003 "Despre unele aspecte ale activității hidrometeorologice în Republica Moldova".
- Hotărârea Guvernului Republicii Moldova Nr. 330 din 03.04.2006 pentru aprobarea nomenclatoarelor serviciilor prestate gratuit şi contra plată de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat şi a modului de utilizare a mijloacelor speciale ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat.
- Regulamentul SHS.
- Hotărârea Parlamentului nr. 210-XIII din 29 iulie 1994 pentru aderarea Republicii Moldova la Organizaţia Meteorologică Mondială.

2. REȚELELE DE MONITORING A SERVICIULUI HIDROMETEOROLOGIC DE STAT

2.1 Rețeaua Națională de Observații Meteorologice a Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Serviciul Hidrometeorologic de Stat al Republicii Moldova (SHS) este unica instituție responsabilă pentru monitoringul meteorologic și emiterea avertizărilor către organele administrației publice centrale și locale, și, respectiv asigurarea agenților economici și persoanelor fizice cu informații meteo-climatice. În aceste scopuri SHS gestionează Rețeaua Națională de Observații Meteorologice (RNOM).

Istoria cercetărilor meteorologice își are începuturile în a.1844 când au avut loc cele dintâi încercări de efectuare a observațiilor meteorologice pe teritoriul dintre Prut și Nistru. Prima stație înființată, unde se înregistrau observații meteorologice instrumentale în mod regulat a fost deschisă în or. Chișinău în 1886, apoi au urmat Briceni (1887), Soroca (1890), Comrat (1892), Plopi (1894) și Tiraspol (1898).

În prezent RNOM, include 18 stații meteorologice, dintre care 14 pe teritoriul Republicii Moldova și 4 în Transnistria (regiunea din stânga Nistrului), 34 de stații meteorologice automate cu configurație simplă a senzorilor sau mini-AWS, 16 posturi agrometeorologice și 25 de posturi hidrologice cu observații meteorologice. De asemenea, există și un radar meteorologic de tip Doppler cu banda C, deținut de SHS. Acest radar este amplasat pe Aeroportul Internațional Chișinău și este operat de către MOLDATSA. Mai sunt 9 radare meteorologice pe banda S/X operate de alte instituții, în special pentru suprimarea grindinei (fig. 2.1).

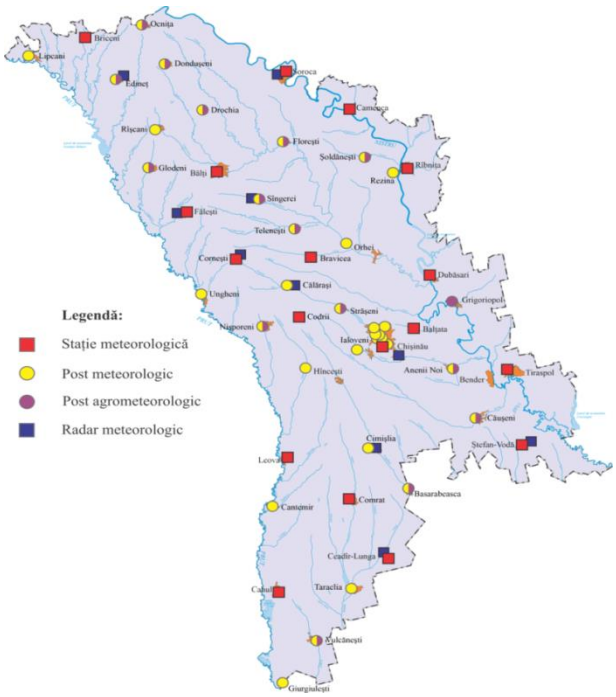


Figura 2.1: Rețeaua Națională de Observații Meteorologice
Sursa: elaborat în baza datelor SHS

Analizând repartizarea stațiilor meteorologice putem deduce că ele sunt amplasate, relativ, uniform pe teritoriul țării, (fiecărei stații, împreună cu cele din stânga Nistrului/Transnistria, revenindu-i aproximativ 1900 km^2, de observații), la fel și utilajul la stațiile meteorologice automate și manuale este în conformitate cu recomandările OMM.

Informațiile colectate de către (SHS) la sfârșitul fiecărei perioade de observație sunt codificate în telegrame speciale numite SYNOP și sunt transmise către centrele meteorologice mondiale. Datele despre fenomenele meteorologice periculoase sunt de asemenea codificate și transmise în mod operativ de la toate stațiile meteorologice către Direcția Prognoze Meteorologice. SHS oferă următoarele produse și servicii: *prognoze meteo imediate și pe termen foarte scurt (până la 6 ore); prognoze meteo pe distanțe scurte (24 de ore cu rezoluție de 12 ore); prognoze meteo pe termen mediu (2-7 zile); prognoze meteo pe termene lungi (până la 1 lună); avertizări timpurii cu mai multe pericole: inundații, furtună, grindină, secetă, trăsnet, chiciură și gheață, ploi abundente și zăpadă, temperaturi extreme, incendii forestiere, furtuni de nisip sau praf.*

2.2 Rețeaua Națională de Monitoring Hidrologic a Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Istoria observațiilor hidrologice pe teritoriul Republicii Moldova începe din anul 1878 odată cu organizarea primului post hidrologic pe fluviul Nistru, în orașul Tighina. În perioada interbelică rețeaua hidrologică a cunoscut o extindere lentă. În anul 1940 rețeaua hidrologică a fost extinsă până la 20 de posturi, ca în 1950 să fie realizate primele prognoze a viiturilor pluviale pe râurile Nistru și Prut, din 1953 – prognoza volumului de scurgere a viiturilor pe Nistru, iar din 1978 se fac prognoze pe râul Prut.

În prezent Rețeaua Națională de Monitoring Hidrologic a Republicii Moldova este formată din 2 stații hidrologice – Nistru, cu sediul la Dubăsari și Prut, cu sediul la Bălți și 53 de posturi hidrologice, dintre care 40 sunt gestionate de către SHS din Republica Moldova, și 13 de către Centrul Hidrometeorologic din Tiraspol. Observațiile și măsurătorile hidrometrice reprezintă baza cercetărilor hidrologice și ele constau din: *observații asupra nivelului apei; măsurători de viteză și direcția cursului de apă; măsurători de adâncime; măsurători de debite lichide și solide; studierea componentei granulometrice a aluviunilor în suspensie și de fund* etc.

O nouă etapă în monitoringul hidrologic în Republica Moldova s-a început odată cu implementarea noilor tehnologii, cu dotări de elemente de monitoring automatizat, care au posibilitatea să supravegheze în timp real nivelul, temperatura și viteza apei. Primele posturi automatizate au fost instalate în bazinul râului Răut, unde în anul 2008 au apărut primele posturi hidrologice automate (Bălți, Jeloboc pe r. Răut, Cubolta pe r. Cubolta, Sevirova pe r. Căinari și Telenești pe r. Ciulucul Mic). Pe râul Prut au fost instalate posturi hidrologice la Lipcani, Șirăuți, Costești-Stânca, Branište, Ungheni, Leușeni, Leova, Cantemir, Cahul, Brânza și Giurgiulești, ultimul ulterior fiind lichidat. În perioada 2010-2015 au fost instalate 14 posturi de monitoring hidrologic pe fluviul Nistru. Posturile hidrologice colectează date despre nivelul apei în râuri: 34 dintre ele sunt predestinate pentru măsurări de debit, 27 sunt posturi de prognoză și 9 - de lac (6 la lacul de acumulare Dubăsari și 3 la lacul de acumulare Costești-Stânca) [Anexa 2].

3. CARACTERIZAREA FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI

3.1 Generalități

Republica Moldova are în general condiții climatice favorabile. Clima este temperat-continentală, cu caracter de tranziţie de la clima oceanic-atlantică la cea continental est-europeană. Se disting 4 anotimpuri ale zonei temperate. *Perioada caldă a anului* reprezintă perioada când temperatura medie zilnică a aerului trece prin valoarea de +5ºC în direcţia creşterii ei [Anexa 3]. În Republica Moldova această trecere are loc primăvara, în mediu în a III-a decadă a lunii martie, iar trecerea temperaturii prin valoarea +5ºC în direcția descreșterii se semnalează toamna, în mediu în I-a decadă a lunii noiembrie. Perioada caldă a anului durează aproximativ 235 de zile, ceea ce coincide practic cu perioada de vegetație a culturilor agricole, precum și cu intensificarea unor fenomene meteo-climatice de risc, cum sunt: uscăciunea şi seceta; vânturile puternice; ploile torenţiale; inundațiile; orajele; grindina; valurile de căldură; înghețurile timpurii și cele tardive.

3.2 Uscăciunea şi seceta

Uscăciunea şi seceta pot fi considerate cele mai complexe fenomene climatice, deoarece la declanşarea lor participă mai mulţi factori şi anume: precipitaţiile atmosferice, rezerva de apă din sol accesibilă plantei, umezeala şi temperatura aerului, evapotranspiraţia, viteza vântului etc., aceştia fiind principalii parametri climatici care definesc starea timpului uscat sau secetos [26]. În Republica Moldova *seceta* reprezintă unul dintre cele mai periculoase fenomene naturale, care este o specificitate a climei regionale, o stare de distribuție neuniformă în timp și spațiu a precipitațiilor pe fondul temperaturilor ridicate [44, 42, 43]. În ultimii 20 de ani secetele s-au semnalat destul de des, devenind tot mai intensive. Aşadar, în perioada 2000-2022 pe teritoriul țării s-au înregistrat 8 ani cu secete de diferită intensitate (2000, 2001, 2003, 2007, 2011, 2012, 2015, 2020), care au cauzat o reducere semnificativă a producției agricole. În 2003 seceta a durat aproape întreaga perioadă de vegetaţie (aprilie-septembrie). Serviciul Hidrometeorologic de Stat a analizat detaliat coeficientul hidrotermic (CHT) și a stabilit, că valoarea CHT $\geq$ 1,0 caracterizează o umiditate suficientă, CHT $\leq$ 0,7 indică o climă secetoasă, CHT = 0,6 - o secetă uşoară, CHT $\leq$ 0,5 - o secetă puternică şi foarte puternică.

Seceta catastrofală a anului 2007 a început încă din toamna lui 2006. În perioada septembrie 2006 – august 2007 cantitatea de precipitaţii căzute pe teritoriul republicii a constituit 50-70% din norma climatică.

Tabelul 3.1

Coeficientul hidrotermic (CHT) pentru perioada aprilie – august anii 2007, 2012, 2015 și 2020

Anul	CHT în perioada aprilie-august	% din teritoriu CHT≤0,5 puternică și foarte puternică	% din teritoriu CHT≤0,6 ușoară	% din teritoriu CHT≥0,7 climă secetoasă	% din teritoriu CHT ≥1,0 cu umiditate suficientă
2007	0,6	45	20	20	5
2012	0,7	20	15	40	5
2015	0,4	85	10	5	0
2020	0,8	15	15	65	5

Sursa: old.meteo.md

În anul 2007 (perioada aprilie-august) coeficientul hidrotermic (CHT) a constituit pe teritoriul țării în medie 0,6 ceea ce corespunde secetei puternice și foarte puternice. În anul 2007, (fig. 3.1) pentru 45% din teritoriul țării CHT a constituit sub 0,5 ceea ce corespunde secetei puternice și foarte puternice, pe 20% din teritoriu a fost caracteristică seceta ușoară, 20% - climă secetoasă și doar pe 5% din teritoriu umiditatea a fost suficientă (tab. 3.1).

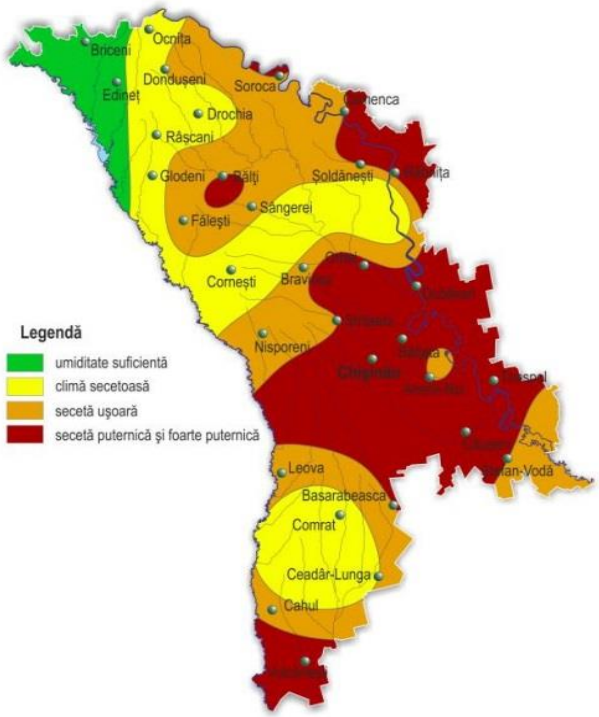


Figura 3.1: Coeficientul hidrotermic (CHT) pentru perioada aprilie-august 2007

Sursa: old.meteo.md

Seceta catastrofală a anului 2011. Pe parcursul anului 2011 precipitațiile căzute au fost foarte neuniforme. Pe 60% din teritoriul țării s-a semnalat deficit considerabil de precipitații. Suma acestora a constituit 290-415 mm (50-75% din norma anuală). În perioada 1 august – 8 octombrie pretutindeni s-au semnalat temperaturi ridicate (cu 2-2,5°C mai ridicate față de norma multianuală) şi cu insuficiență de precipitaţii (10-50% din normă), ceea ce a provocat seceta catastrofală care a afectat peste 80% din teritoriul ţării.

Seceta anului 2015 este caracterizată prin lipsa precipitațiilor regionale, acestea având un caracter preponderent local, precum şi prin lipsa precipitaţiilor în unele regiuni ale ţării în perioada mai-iulie.

Seceta anului 2020. Anul 2020 a fost caracterizat de temperaturi ridicate. Temperatura medie anuală a aerului în teritoriu a fost de +10,7..+13,1ºC, întrecând norma multianuală cu 2,6-3,7ºC. Temperatura maximă a aerului pe parcursul verii a urcat până la +38ºC (august, SM Tiraspol, Ștefan-Vodă). Vreme foarte caldă s-a înregistrat în luna august. Temperatura medie lunară a aerului a întrecut norma cu 2,5-4,0ºC și a fost +21,5..+ 24,5ºC. Vara anului 2020 în Moldova a fost cu deficit de precipitaţii, în special în lunile iulie și august pe o mare parte din teritoriu. Astfel, cantitatea precipitațiilor pe 80% din teritoriu nu a depășit 15-60 mm (15-45% din normă).

Pentru anul 2020 (perioada aprilie-august) coeficientul hidrotermic (CHT) (fig. 3.2) pe teritoriul republicii a fost egal cu 0,8, ceea ce reprezintă climă secetoasă. Astfel, în acest an pentru 15% din teritoriul țării CHT a fost sub 0,5, ceea ce corespunde secetei puternice și foarte puternice, pentru 15% din teritoriu a fost caracteristică seceta ușoară, 65% - climă secetoasă și doar pe 5% din teritoriu umiditatea a fost suficientă (tabelul 3.1).

Deci, din datele expuse putem concluziona, că seceta în Republica Moldova nu este un fenomen natural accidental, ci o regularitate, de aceea trebuie să luăm în considerare posibilele ei manifestări nu în mod episodic, ci permanent, prevenind declanșarea forței ei distrugătoare.

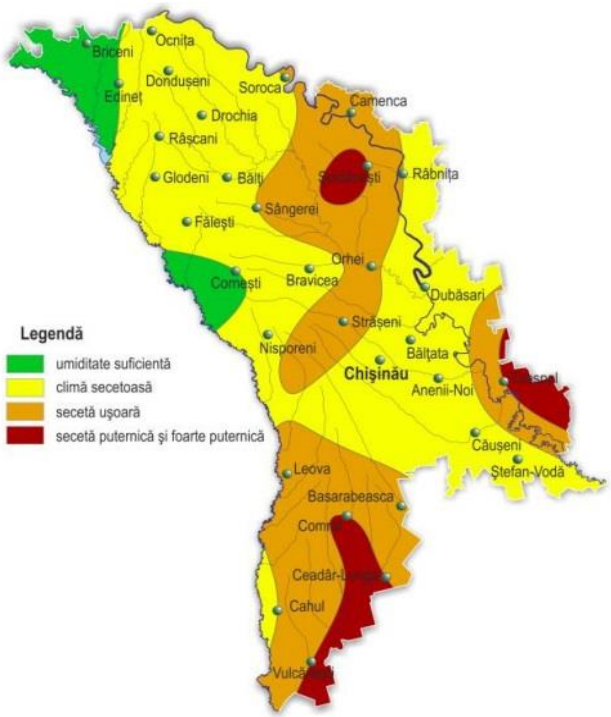


Figura 3.2: Coeficientul hidrotermic pentru perioada aprilie-august 2020
Sursa: old.meteo.md

3.3 Vânturile puternice

Suhoveiurile sunt vânturi uscate, dogoritoare, care determină sporirea evapotranspiraţiei, pierderea flexibilităţii şi condiţionează unele disfuncţii ale organelor vegetale [18]. În Republica Moldova suhoveiurile se manifestă în cazul unei ramuri anticiclonale sau a periferiei unui anticiclon într-o regiune în care se întâlnesc masele de aer de direcţie sud-vestică la o advecţie a aerului cald din Balcani. Durata medie a suhoveiului puternic este de 2 zile şi se manifestă, de obicei, în iulie și august. Suhoveiul foarte puternic se înregistrează foarte rar. Chiar şi în partea de sud a republicii, el nu se manifestă în fiecare an. În diferite raioane ale țării evoluţia anuală a fenomenelor de suhovei are particularităţi diferite de manifestare. În raioanele de nord şi centru ele ating un maxim în luna mai (în medie 1,6-2,9 zile), iar în raioanele de sud şi sud-est - în luna august (3,23-3,66 zile).

3.4 Ploile torenţiale

Ploile torenţiale sau aversele de ploaie se caracterizează printr-o cantitate mare de precipitaţii, căzute într-un interval de timp foarte scurt, fapt care implică o intensitate majoră şi, deci pot avea grave consecinţe asupra eroziunii şi spălării solului de substanţele nutritive, ca şi asupra agriculturii în general, distrugând păşunile şi culturile agricole" [3, 10, 39].

Pe baza observațiilor SHS s-a stabilit, că pe teritoriul republicii intensitatea maximă a ploilor torenţiale este egală cu 0,5-1,9 mm/min şi numai în cazuri excepţionale poate fi mai mare de 5 mm/min.

Durata medie a ploilor torenţiale în Republica Moldova este de 1,5 ore. Intensitatea ploilor torențiale este invers proporțională cu durata ei, astfel ploile cu intensitate sub 1 mm/min au durată de circa 60 de minute, iar cele între 1 şi 2 mm/min - de circa 30 de minute etc. Atât pe parcursul anului, cât și de la lună la lună, ploile abundente cad neregulat. Ele cunosc o mare variabilitate neperiodică, dependentă de caracteristicile circulaţiei generale a atmosferei pe teritoriul ţării, precum şi de caracteristicile locale suprafeţei active.

Ploi torențiale puternice au căzut pe teritoriul țării în anul 2005, lunile mai și august. Cantitatea de precipitaţii căzute a fost de 60-110 mm (1-2 norme lunare), 140-160 mm sau 2,5-3,0 norme lunare, ceea ce se înregistrează în medie o dată în 8-10 ani.

3.5 Inundațiile

Inundațiile sunt cele mai periculoase riscuri naturale. În ultimele decenii, pagubele cauzate de inundații au crescut exponențial. Acest lucru este adesea intensificat de practicile inadecvate de planificare și management al inundațiilor [8, 18, 31, 33, 32].

În Republica Moldova factorul principal care provoacă inundaţiile sunt ploile torenţiale abundente, din perioada mai-august. Pe râurile Nistru și Prut inundațiile, în mare măsură, sunt generate de ploile torențiale și topirea zăpezilor.

Pe parcursul ultimilor 20 de ani, pe cursul râurilor mari din Moldova (Nistru şi Prut), au fost înregistrate circa 10 inundaţii majore, cele mai mari fiind în anii 2006, 2008 și 2010. Pe când, pe râurile mici din republică, inundaţii de mare amploare au fost înregistrate în anii 2005, 2020 și 2021.

În perioada 16-17 iunie 2003 şi 7, 18-19 august 2005 au avut loc inundații semnificative, cauzate de precipitaţii puternice. Acestea au dus la inundarea unor cursuri de apă, precum și la formarea unor scurgeri intense de versant, care au provocat pierderi materiale enorme în diverse sectoare ale economiei naționale.

În anul 2008 viitura de pe râul Prut (postul hidrometric Şirăuţi) a constituit 60% din norma anuală de scurgere. În iulie 2008 s-a înregistrat debitul maxim de 4560 m^3 la intrarea Prutului în Republica Moldova.

În perioada mai-iulie 2010 pe teritoriul țării a căzut o cantitate destul de mare de precipitații. Între 1 mai și 15 iulie cantitatea de precipitații care a căzut pe o parte semnificativă a teritoriului țării a fost de 200-400 l/m^2 sau 50-80% din norma anuală, depășind media multianuală pentru aceasta perioadă de timp de 1,5-2 ori.

În iunie 2020 cantitatea de precipitații căzută în luna iunie în bazinul râului Prut a fost de 6 ori mai mare decât norma multianuală. Cantitatea de precipitații căzută în bazinul hidrografic al râului Prut (Ucraina) în perioada 24 - 29 iunie a determinat o creștere continuă a nivelului apei râului Prut pe sectorul Criva - Costeşti cu 1,8-2,2 m.

Scurgerea apei în fluviul Nistru pentru luna iunie a fost mult peste normă și a constituit pe sectoarele Naslavcea - Dubăsari circa 250% (norma 364 m^3 /s), Dubăsari - Bender 240% (norma 321 m^3 /s), Bender - Talmaza 230% (norma 319 m^3 /s) și Talmaza - Tudora 220% (norma 300 m^3 /s) din volumul mediu multianual.

În vara anului 2021 cantitatea de precipitaţii, căzută pe parcursul sezonului pe 60% din teritoriu, a constituit 170-305 mm (100-160% din normă). În restul țării, în raioanele centrale și de

sud-est suma acestora a atins 320-450 mm (170-225% din normă), ceea ce se înregistrează în medie o dată la 10-30 ani.

3.6 Orajele

Fulgerele şi tunetele sunt două fenomene naturale, care apar adesea împreună în timpul furtunilor, fiind denumite *oraje*. În cele mai multe cazuri orajele însoţesc furtuni cu averse de ploaie. În Republica Moldova numărul anual mediu de zile cu oraje este de 30 – 36 zile. Pe parcursul anului orajele se înregistrează mai des în sezonul cald. Primăvara (aprilie – mai) numărul zilelor cu oraje treptat creşte şi în luna iunie atinge valori maxime (8 – 10 zile). În septembrie numărul zilelor cu oraje scade până la 2 – 3 zile. Iarna (cu excepţia lunii ianuarie) orajele pot apărea din când în când pe tot teritoriul republicii, atât în decembrie cât şi în februarie.

Cel mai mare număr de zile cu oraje poate varia între 45 și 60. Cea mai mare frecvenţă a orajelor se observă de asupra podişurilor din regiunile centrale şi de sud-est ale Republicii Moldova (55 – 60 zile) [43]. În sudul republicii numărul de zile cu oraje poate ajunge la 45-50.

3.7 Grindina

În Republica Moldova grindina cade, de obicei în sezonul cald și însoțește averse și furtuni, ceea ce mărește și mai mult pagubele cauzate de aceasta. Căderea grindinii pe teritoriul țării cel mai des (70% cazuri) este favorizată de traversarea fronturilor reci.

Cu toate că grindina se manifestă izolat, totuși cel mai des fenomenul se înregistrează în regiunile cu relief mai înalt, cum ar fi Podișul Codrilor, unde numărul mediu cu zile de grindină depășește 1,5 zile (fig. 3.3). În regiunile mai joase din nordul și sudul țării grindina are o frecvență mai redusă, acestea fiind cel mai puțin afectate. După numărul maxim de zile cu grindină (fig. 3.4) se observă că predomină în centrul țării cu mai mult de 7 zile pe an, dar și în nordul țării - de la Bălți spre nord-est numărul lor crește de la 5 la mai mult de 8 zile pe an. [43].

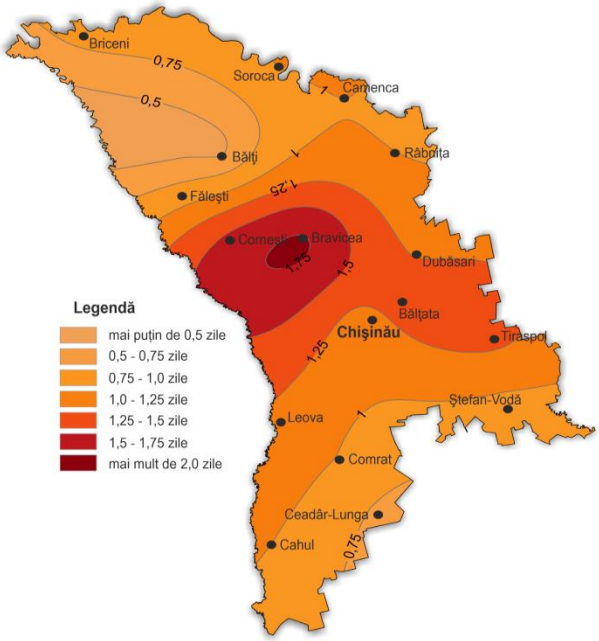


Fig. 3.3: Numărul mediu de zile cu grindină pe an.

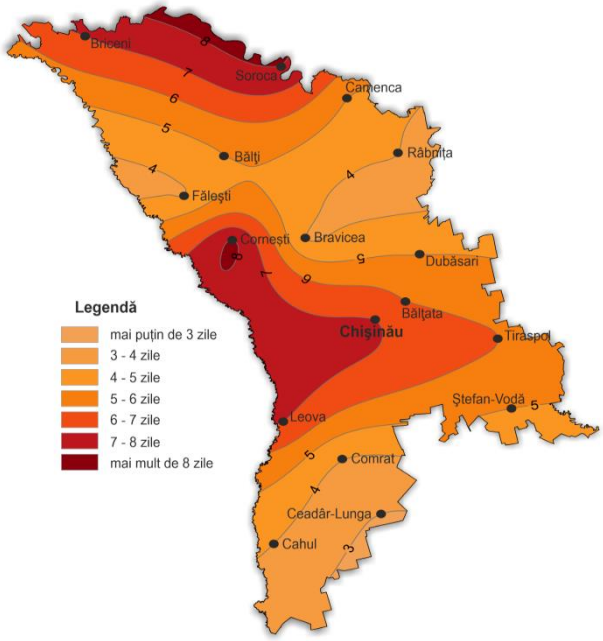


Fig. 3.4: Numărul maxim de zile cu grindină pe an

Sursa: elaborat în baza datelor IGSU.

Cele mai multe zile cu grindină se înregistrează în regiunea centrală a țării (fig. 3.5), respectiv regiunea Podișul Codrilor. Prezența versanților înalți comparativ cu restul țării favorizează intensificarea gradului de turbulență/convecție atmosferică în stratul de aer din apropierea suprafeței subiacente, care duce la dezvoltarea activă a nebulozității convective.

Teritoriile Câmpiei Moldovei de Sud, Câmpiei Nistrului Inferior, partea de sud-vest a Colinelor Tigheciului și Câmpia Moldovei de Nord sunt zone cu un număr mai mic de zile cu grindină.

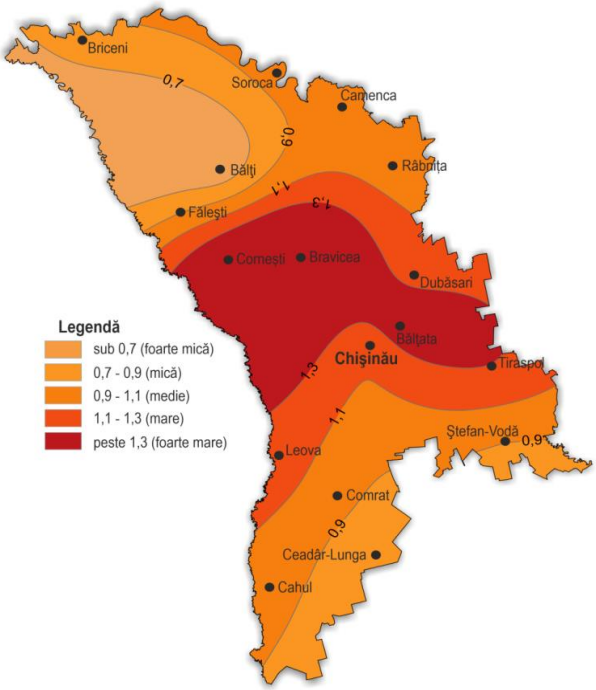


Figura 3.5: Teritoriul Republicii Moldova afectat mai frecvent de grindină
Sursa: elaborat în baza datelor IGSU

3.8 Valurile de căldură

Valurile de căldură sunt, de obicei, caracterizate de temperaturi ridicate, umiditate ridicată și precipitații puține sau lipsă de ele. Ele devin din ce în ce mai frecvente și mai intense din cauza schimbărilor climatice, deoarece temperaturile în creștere sporesc probabilitatea unor evenimente de căldură extremă.

„În ultimul secol, în Republica Moldova au existat numeroase situaţii în care temperaturile maxime absolute au fost de peste 30°C în lunile cele mai calde ale anului (iulie-septembrie). Cele mai puternice încălziri au fost înregistrate în anii 1924, 1938, 1946, 1951, 1954, 1988, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2007, 2012-2021. În acest interval de mai bine de un secol s-au înregistrat peste 400 cazuri cu $t \geq 35{,}0$ °C [11].

În Republica Moldova vară anului 2012 a fost una foarte caldă și uscată, caracterizată de o serie de valuri de căldură extreme, cu durata a câteva săptămâni, temperaturile depășind constant 35 de grade Celsius, iar în unele zone ajungând până la 42 de grade Celsius. Trecerea temperaturii medii zilnice a aerului prin +15°C (începutul verii meteorologice) în raioanele de nord ale țării a avut loc pe 24-25 aprilie, iar în cele centrale şi de sud – pe 22-23 aprilie, fiind cu 15-25 zile mai devreme faţă de termenii obişnuiţi.

Temperatura medie a aerului pentru perioada iunie-august a fost mai ridicată față de valorile normei cu 3,0-4,5°C și a constituit +21,7..+24,8°C pe 70% din teritoriul țării, aceasta fiind înregistrată pentru prima dată în toată perioada de observaţii instrumentale, depășind recordul precedent cu 0,1-0,8°C.„La SM Fălești pe 7 august s-a înregistrat cea mai înaltă temperatură a aerului în Republica Moldova pentru întreaga perioadă de observaţii instrumentale de +42,4ºC, fiind cu 0,9ºC mai ridicată faţă de valoarea maximă absolută înregistrată anterior (2007). [43]. Valul de căldură a avut un impact negativ asupra sănătății populației, a culturilor agricole, din cauza condițiilor de secetă.

3.9 Înghețurile timpurii de toamnă și cele tardive de primăvară

Înghețurile timpurii de toamnă și cele tardive de primăvară sunt fenomene meteo-climatice de risc, care apar atunci când temperaturile scad sub punctul de îngheț în timpul perioadelor de tranziție dintre anotimpuri. *Îngheţul* se produce atunci când temperatura stratului de aer de lângă sol scade sub 0°C în perioada caldă a anului (perioada de vegetaţie a culturilor) [15, 19, 35].

Teritoriul Republicii Moldova, fiind situat în sud-estul continentului este traversat de mai multe traiectorii ale maselor de aer rece, care cauzează înghеţuri. Apariția înghețurilor la început de toamnă și de primăvară târzie a devenit mai frecventă și mai gravă în unele regiuni din cauza schimbărilor climatice. Schimbările de temperatură și de precipitații afectează sincronizarea anotimpurilor și cresc probabilitatea apariției fenomenelor meteo-climatice de risc.

Înghеţurile de primăvară în aer se pot produce în Moldova până la 10-15 aprilie în aer, iar la suprafaţa solului până la 20-25 aprilie. Însă, în unii ani înghеţurile se înregistrează şi în luna mai (fig. 3.6).

Aceste înghețuri au un impact negativ puternic asupra agriculturii, în special asupra culturilor sensibile la temperaturi scăzute (pomii fructiferi, fructele de pădure, soiuri de legume), de asemenea pot deteriora infrastructura, cum ar fi drumurile și construcțiile.

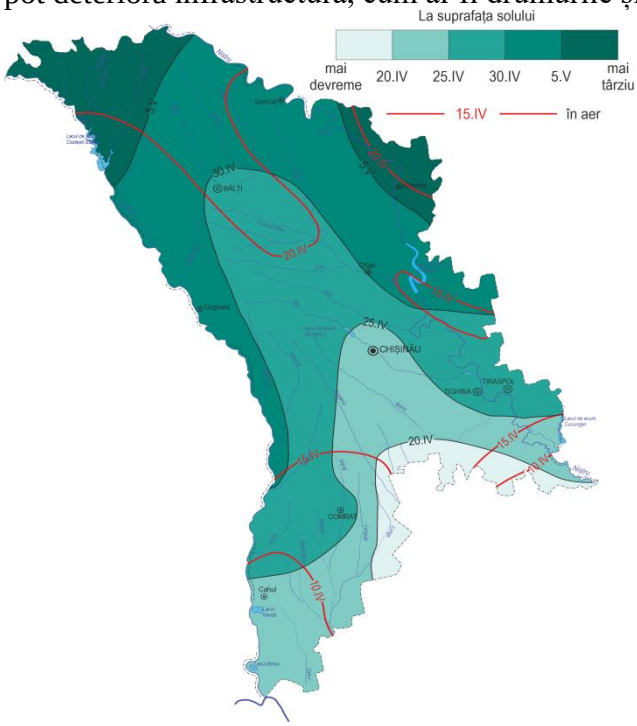


Fig. 3.6: Data medie de manifestare a ultimilor înghețuri primavara

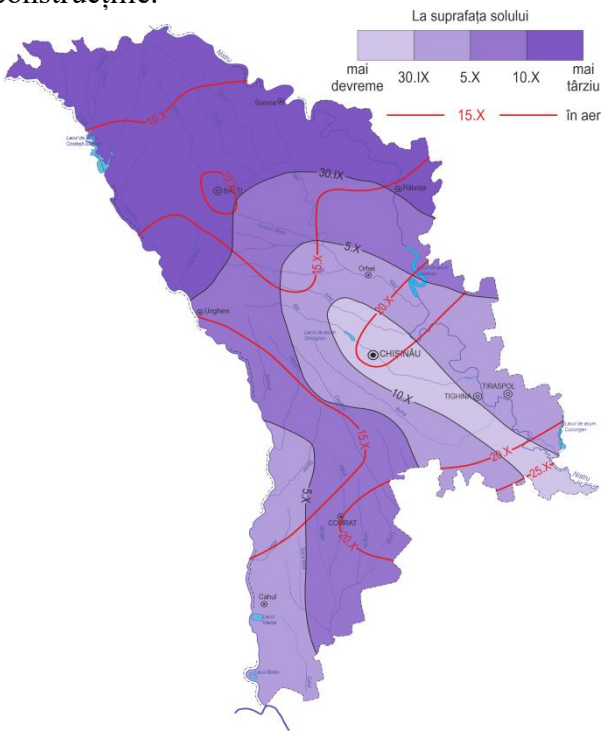


Fig. 3.7: Data medie de manifestare a primelor înghețuri toamna

Sursa: adaptat de autor după Atlasul Geografia fizică a Republicii Moldova, 2002

Evaluarea înghețurilor de toamnă permite să constatăm, că nordul republicii este afectat mai devreme de către înghețurile periculoase toamna la suprafața solului și anume la 30 septembrie, în partea centrală - pe 5 octombrie și în partea de sud tocmai la 10 octombrie sau chiar și mai târziu. În aer înghețurile de toamnă se manifestă la nord începând în medie cu data de 10 octombrie, în centrul țării – la 15-20 octombrie, iar la sud - la data de 20-25 octombrie, ca și în cazul celor de primăvară, cu 2- 3 săptămâni mai târziu decât în nordul țării (fig. 3.7).

4. IMPACTUL FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA LA ÎNCEPUTUL SEC. XXI

4.1 Pagube produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în Republica Moldova

Fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului sunt printre cele mai distructive și de lungă durată. Aceste fenomene, prin caracterul lor distructiv, produc cele mai mari pagube materiale atât economiei naționale cât și mediului. În ultimii 22 de ani pe teritoriul Republicii Moldova s-au semnalat 1433 de situații excepționale care au provocat daune economiei în sumă de peste 17,1 mld. lei [Anexa 4, Tabelul 1 și 2].

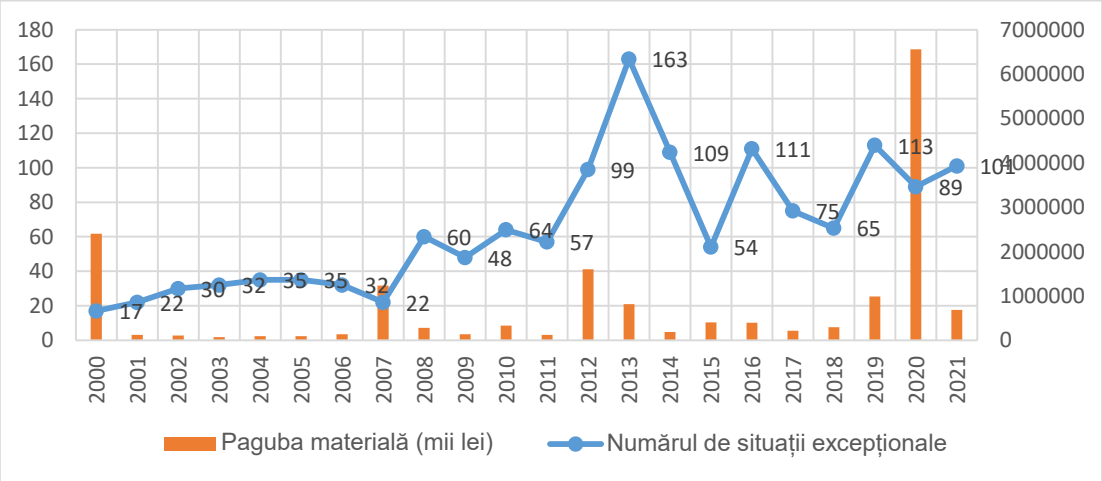


Figura 4.1: Paguba materială și numărul de situații excepționale înregistrate în perioada anilor 2000-2021
Sursa: elaborat în baza datelor IGSU

Analizând graficul (fig. 4.1) putem observa, că în anul 2013 s-au înregistrat cele mai multe situații excepționale legate de fenomenele meteo-climatice de risc – 163, iar după caracterul lor distructiv paguba materială a constituit 816,9 mln.lei, mult mai puțin comparativ cu alți ani, cum ar fi anul 2020 când s-au înregistrat 89 (sau cu 45% mai puțin decât în 2013) situații excepționale, dar după paguba materială anul 2020 a fost cel mai afectat – cu 6,5 mld. lei.

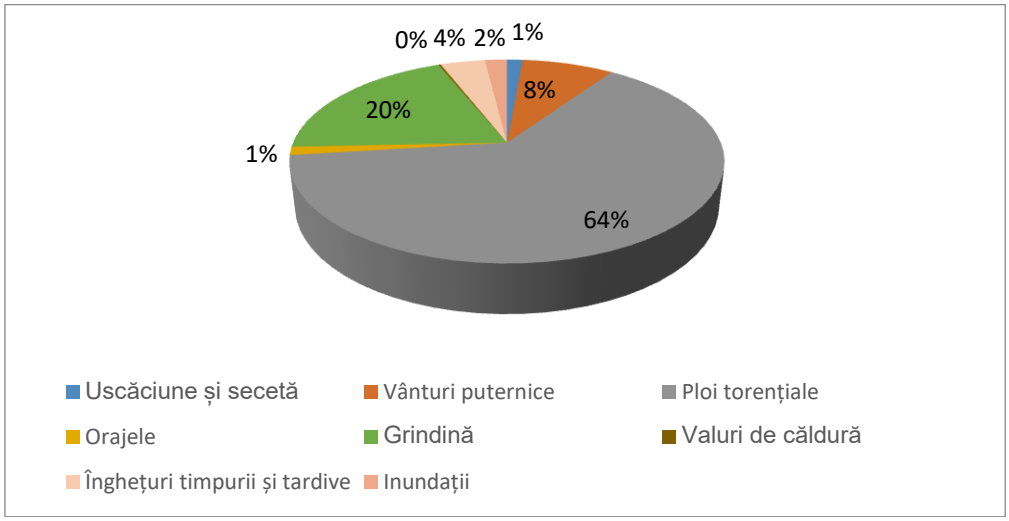


Figura 4.2: Ponderea categoriilor de situații excepționale din perioada anilor 2000-2021, %
Sursa: elaborat în baza datelor IGSU

Nu toate fenomenele amintite provoacă pagube an de an. Dacă, spre exemplu, ploile torențiale și înghețurile provoacă daune în fiecare an, atunci secetele, valurile de căldură și inundațiile - o dată la câțiva ani, cu intensitate mare, aducând cele mai mari daune economiei naționale, localităților și mediului. Analizând graficul (fig. 4.2) se observă, că în ultimii 22 de ani mai mult de jumătate din numărul total de situații excepționale (64%) constituie ploile torențiale, urmate de grindina cu 20% și vânturile puternice cu 8%, celorlalte fenomene revenindu-le doar 8% din total.

Dacă după numărul de situații excepționale *uscăciunea* și *seceta* întrunesc doar 1% din total, atunci la capitolul paguba materială acestora le revine 62% din total (fig. 4.3). Aceasta se explică prin faptul, că agricultura Republicii Moldova este în mare parte dependentă de condițiile climatice, iar seceta, spre deosebire de celelalte fenomene, este de lungă durată. Al doilea fenomen, după secetă, care provoacă cele mai mari pagube sunt *ploile torențiale*, cu 25% din total. Ploile torențiale sunt factorul principal care provoacă formarea *inundațiilor*, iar acestea fiind însoțite și de *vânturi puternice*, întrunesc 2% din totalul pagubelor atât materiale cât și cele aduse mediului natural. Urmează grindina cu 6% din totalul pagubelor care, în mare parte, sunt pagube aduse agriculturii.

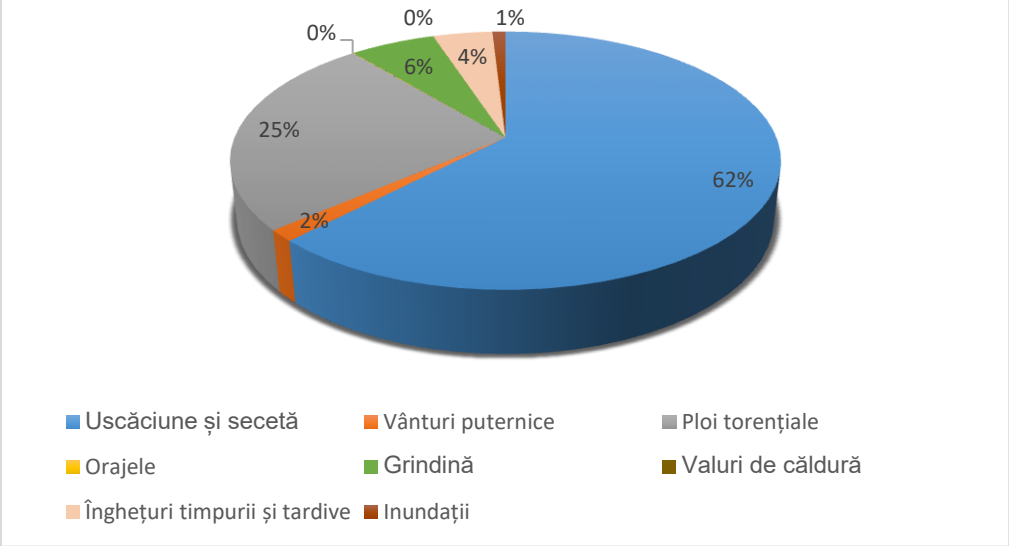


Figura 4.3: Ponderea pagubelor materiale produse de fenomenele meteo-climatice în perioada anilor 2000-2021, %
sursa: elaborat în baza datelor IGSU

Pentru realizarea obectivelor asumate în cercetarea temei date, s-au stabilit variabilităţi în timp și spațiu a riscurilor provocate de fenomenele meteo-climatice din perioada caldă a anului identificate în spațiul Republicii Moldova și elaborate materiale cartografice, care reflectă spațiul geografic afectat de fenomenele meteo-climatice de risc la începutul sec. XXI, în acest scop analizânu-se date din arhiva IGSU pentru ultimii 22 de ani.

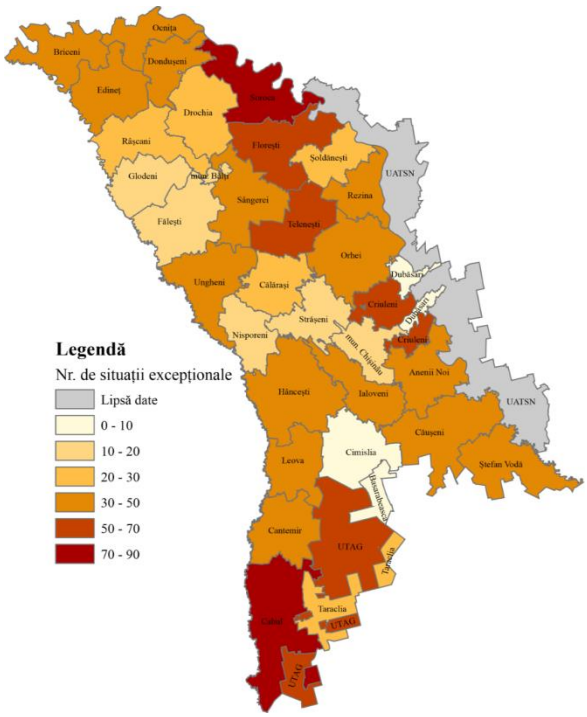


Figura 4.4: Numărul de situații excepționale pe raioane între anii 2000-2021
Sursa: elaborat în baza datelor IGSU

Aplicând instrumentele Sistemului Informațional Geografic (SIG), s-au evidențiat reapartizarea spațio-temporală la nivel de unitate administrativ teritorială (raion) a numărului de situații excepționale și pagubele totale produse pentru fiecare raion în parte expuse cartografic în Fig.4.4, și Fig.4.5.

Analizând informația inclusă în Fig. 4.4 s-a dedus, că cele mai numeroae situații excepționale în ultimii 22 ani s-au înregistrat în raioanele Soroca 87, Cahul 74 și Florești 61, iar cele mai reduse în raioanele Basarabeasca 8, Dubăsari 9 și Cimișlia 10 [Anexa 5, Tabelul 1].

Cât privește pagubele totale provocate de fenomenele meteo-climatice de risc înregistrate de IGSU la nivelul administrativ-teritorial, pe teritoriul Republicii Moldova de la începutul sec. XXI s-au evidențiat următoarele raioane, ce au raportat cele mai mari pagube, și anume: Cahul peste 1 mlrd. lei , urmat de Orhei.- cu 956,7 mil. lei și Ungheni 873,7 mil. lei [Anexa 5, Tabelul 1]. Raioanele cu cele mai mici pagube au fost Glodeni cu 9,8 mil. lei, Nisporeni cu 23,6 mil. lei și Clărași cu 476 mil. lei, (Fig. 4.5).

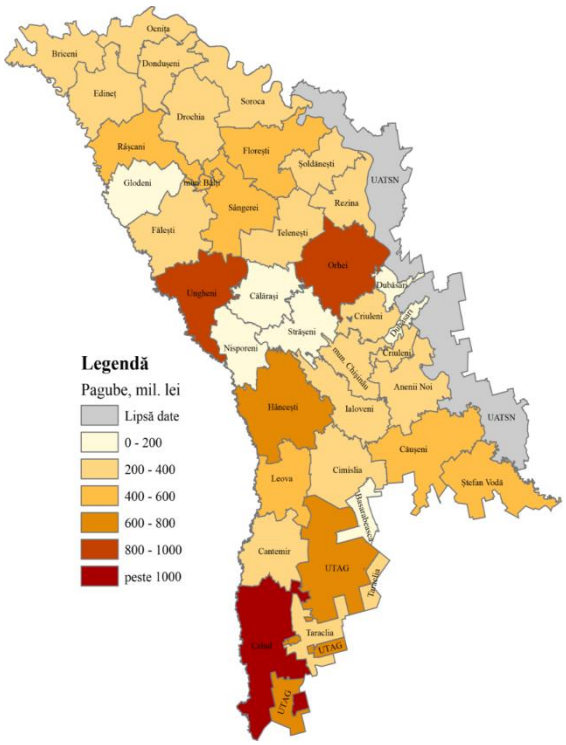


Figura 4.5: Paguba totală la nivel de raioane, pentru intervalul anilor 2000-2021
Sursa: elaborat în baza datelor IGSU

4.2 Pagube produse mediului de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului în Republica Moldova

Fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului au o influență directă atât asupra vieții cetățenilor, societății în ansamblu, a economiei, cât și asupra mediului. Împreună ori separat, fenomenele respective sunt responsabile pentru o serie de procese cum ar fi eroziunea/poluarea solurilor și a apelor de suprafață (vânturile puternice, ploile torențiale, inundațiile), producerea incendiilor (valurile de căldură, seceta, orajele), secarea bazinelor acvatice (secetele, valurile de căldură) etc.

Eroziunea. *Ploile torențiale, inundațiile și vânturile puternice* au un impact major asupra mediului anume prin eroziune, ce influențează negativ cadrul natural, prezentând o sursă serioasă de poluare a apelor de suprafață și a celor subterane prin spălarea diferitor fertilizanți de pe versanți. Eroziunea, de asemenea este responsabilă de colmatarea albiilor râurilor și lacurilor de acumulare, determinând intensificarea secetei pedologice, contribuie la extinderea proceselor de deșertificare și reducerea fertilității solurilor, mai ales în zonele din sudul Republicii Moldova.

Din tabelul 4.1 și graficul (Fig. 4.28) se observă, că în ultimii 55 de ani suprafețele erodate s-au extins considerabil. Dacă în 1965 aveam 594,2 mii de ha afectate, atunci în 2020 suprafața acestora a ajuns sa fie de 1015,7 mii sau cu 58,5% mai mult decât în 1965 [36, 37]. Cea mai mare creștere se observă în perioada 1965-1995 și 2005-2010, iar din 2010 și până în prezent se atestă o încetinire în procesul de extindere a suprafețelor erodate ale solului.

Tabelul 4.1

Ariile afectate de eroziune în perioada anilor 1965-2020, mii ha

Gradul de eroziune	**1965**	**1975**	**1995**	**2001**	**2005**	**2010**	**2020**
Slab afectat	302,4	341,9	485,3	504,3	504,8	553,4	572,4
Moderat afectat	195,6	213	244,6	252,7	259,3	279,3	300,3
Puternic afectat	96,2	99,5	94,2	101,7	114,2	116,8	143,2
Total	594,2	654,4	824,2	858,6	877,6	949,5	1015,7

Sursa: https://am.gov.md/ro/content/e2-aria-afectata-de-eroziunea-solului

Aceasta se explică prin faptul, că în perioada dată solurile au fost prelucrate cu multe încălcări, de exemplu prin exploatarea intensivă a solurilor, distribuirea îngrășămintelor necorespunzătoare, alt factor fiind predominarea culturilor care necesită a fi prășite etc.

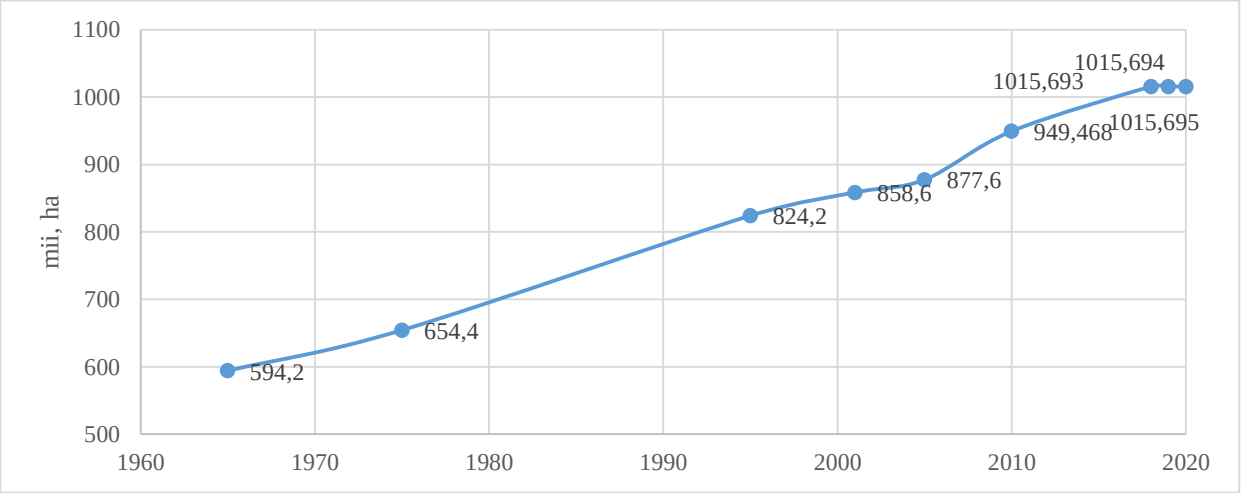


Figura 4.28: Evoluția gradului de eroziune a solurilor în perioada anilor 1965-2020, mii ha
Sursa: https://am.gov.md/ro/content/e2-aria-afectata-de-eroziunea-solului

Un alt fenomen care duce la eroziunea solurilor sunt ploile torențiale, efectul realizându-se prin impactul picăturilor de ploaie. Dimensiunile picăturii, intensitatea ploii și durata ei sunt factorii principali care duc la eroziune. Picăturile de ploaie în urma impactului cu solul desprind particulele de sol și le aruncă la distanțe de la câțiva cm până la 1-1,5 m.

Inundațiile. Pe lângă faptul că prezintă o *sursă importantă de eroziune*, ele mai sunt și o cauză serioasă de *poluare a solurilor și a apelor*. În timpul inundațiilor apele transportă toate deșeurile care le iese în cale la distanțe mari. Totodată, apele pot distruge conductele de transport ale produselor petroliere sau depozitele în care sunt stocate substanțe periculoase. Astfel, inundațiile nu poluează doar apele de suprafață, dar și solurile. Substanțele chimice din apă pot duce la distrugerea florei și faunei acvatice.

De asemenea, inundațiile au și *efecte geomorfologice*, căci prin eroziune se modifică versanții râurilor, are loc depunerea de sedimente pe patul albiei râurilor/lacurilor, ceea ce duce la colmatare etc.

Incendiile de vegetație. *Orajele, valurile de căldură* și *secetele* sunt fenomenele care provoacă cel mai des incendiile naturale de vegetație.

Cele mai multe incendii naturale sunt provocate de fulgere în perioada uscată sau secetoasă, când din lipsa apei vegetația este uscată. Incendiile provocate de fulgere sunt cele mai distructive și greu de localizat, deoarece se produc izolat pe terenuri greu accesibile și la distanțe mari de așezările umane, ceea ce împiedică stingerea lor operativă [61].

Pe lânga toate aceste daune, incendiile sunt și o *sursă serioasă de poluare a aerului*. Astfel, s-a constatat că la arderea unei tone de vegetație în atmosferă ajunge o cantitate de circa 50 kg de CO (monoxid de carbon) și în jur de 20 kg de alte particule nocive, rezultate în urma arderii masei plastice, cauciucurilor și a altor obiecte [62].

Incendiile *provoacă daune mari florei și faunei* prin nimicirea plantelor rare, distrugerea habitatelor animalelor, lipsirea lor de hrană și protecție. Astfel, incendiile de primăvară și cele de la începutul verii au un impact negativ extrem de puternic asupra faunei de insecte, păsări, mamifere etc., dat fiind faptul că în această perioadă acestea se reproduc. Sunt distruse cuiburile și pontele păsărilor de câmp, se reduc efectivele de insecte, care servesc acestora ca hrană, provocand pieirea și a altor grupe de animale (amfibieni, reptile, mamifere). Cu alte cuvinte, incendiile de vegetație afectează speciile de biodiversitate și ecosistemele în general, prin faptul ca: reduc sursele de hrană a faunei terestre; deteriorează habitatele naturale și artificiale, ducând la reducerea efectivelor și chiar dispariția speciilor din biotopii lor specifici.

Contrar concepției, că cenușa servește ca îngrășământ în urma arderii vegetației uscate, s-a dovedit ca doar 50% din elementele obținute în urma arderii nimeresc în sol, restul fiind transportate de curenții de aer. Plus la toate, în urma arderii, din sol se pierd doua elemente importante cum ar este carbonul și azotul.

Incendiile de vegetație, în funcție de cât durează, *distrug stratul de humus* care se află la suprafața solului si care intră în contact direct cu focul, distrugând substanțele organice, acestea fiind o sursă importantă de alimentare pentru plante. De asemenea, în urma incendiilor solul rămâne fără protecție naturală și este expus mai puternic eroziunii eoliene și eroziunii pluviale. Tot din cauza incendiilor *se reduce rezerva de apă din straturile superioare ale solului*, ceea ce duce la deplasările de apă din orizonturile inferioare, care, fiind mineralizate provoacă respectiv deplasările sărurilor la suprafață.

O altă consecință a incendiilor sunt *ploile acide,* ce duc la acidificarea apei; provoacă daune vegetației; poluează solurile; distrug microorganismele din sol și apă; deteriorează suprafețele artificiale și nu în ultimul rând prezintă un real pericol pentru viața omului.

5. MĂSURI DE ADAPTARE ȘI ATENUARE A IMPACTULUI FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

La momentul actual, în contextul analizei schimbărilor climatice la nivel regional se constată că, încalzirea globală nu reprezintă doar o creștere graduală spațio-temporală a temperaturii, dar și modificarea frecvenței și a intensității multor fenomene extreme cum ar fi secetele, inundațiile, valurile de căldură ș.a.[6, 25, 8, 31, 11]

Așa cum fenomenele meteo-climatice de risc se manifestă tot mai intens în Republica Moldova în ultimii ani, a fost necesar de identificat măsuri și de planificat acțiuni eficiente pentru adaptare și atenuare a efectelor negative ale acestora.

Adaptarea la fenomenele meteo-climatice de risc se referă la procesul prin care indivizii, organizațiile și comunitățile își ajustează comportamentele, activitățile și strategiile pentru a minimiza impactul negativ al unui fenomen/proces de risc. Adaptarea implică atât *măsuri proactive* (acțiuni întreprinse înainte de apariția unui eveniment de risc, cum ar fi implementarea protocoalelor de siguranță, construirea infrastructurii pentru a rezista dezastrelor naturale și diversificarea investițiilor pentru a reduce riscul financiar), cât și *reactive* (acțiunile întreprinse după ce are loc un eveniment de risc, cum ar fi implementarea planurilor de recuperare în caz de dezastru, acordarea de ajutor persoanelor sau comunităților afectate, îmbunătățirea măsurilor de securitate pentru a preveni viitoare dezastre etc.).

Atenuarea se referă la acțiunile întreprinse pentru a reduce gazele cu efect de seră și emisiile, care sunt în primul rând provocate de consumul major de resurse energetice neregenerabile (hidrocarburi) [16].

Schimbarea tiparelor spațiale și temporale ale riscurilor naturale, cu implicații asupra activităților umane și stării mediului impune strategii de adaptare și acțiuni specifice fiecărui domeniu de activitate. Adaptarea la schimbarea climatică presupune anticiparea efectelor negative și luarea de măsuri adecvate pentru prevenirea fenomenelor de risc și pentru a minimiza daunele pe care acestea le pot provoca.

Adaptarea cu succes la fenomenele meteo-climatice de risc necesită o combinație de expertiză tehnică, strategii de management al riscului, comunicare eficientă și colaborare între părțile interesate. De asemenea, se impune dorința de a învăța din experiențele trecute, de a îmbunătăți continuu strategiile de atenuare a riscurilor și de a crește rezistența.

Este necesara întocmirea unei *baze de date unice*, cu cifre omogenizate după un singur principiu comun, care să se poată ușor accesa și utiliza de către factorii de decizie, precum și pentru studii/cercetări etc.

Evaluarea realizata trebuie să țină cont nu doar de fiecare risc în parte, dar și de situațiile de tip multirisc. Sunt luate în calcul și oportunități, atunci când se analizează impactul schimbării climei, deoarece eficiența adaptării ține de includerea ei ca parte a dezvoltării socio-economice.

Pentru a se adapta la aceste riscuri, Guvernul Republicii Moldova a adoptat Hotarârea nr. 1009 din 10.12.2014 „Cu privire la aprobarea Strategiei Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 şi a Planului de acţiuni pentru implementarea acesteia" (Publicat la 19.12.2014 în Monitorul Oficial nr. 372-384, art.nr.1089), la fel și Programul Național de adaptare la schimbările climatice până în anul 2030 și Planul de acțiuni pentru implementarea acestuia, aprobate în sedința de Guvern din 30 august, 2023. Aceste acte conturează o serie de măsuri de adaptare, recomandând APC să elaboreze documente de politici sectoriale privind adaptarea la schimbarea climei, iar pentru APL, să întreprindă măsurile necesare pentru realizarea prevederilor acestora.

Cadrul legal de adaptare la schimbările climatice în Republica Moldova este asigurat de către Ministerul Mediului, iar implementarea activităților de adaptare se efectuează sub egida ONU prin Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la Schimbarea Climei (CONUSC) [16], ratificată prin Hotărârea Parlamentului Republicii Moldova nr.404-XIII din 16.03.1995.

La acest capitol s-a realizat un studiu diferențiat a impactului produs de fiecare fenomen meteo-climatic de risc în parte și s-au propus măsuri de adaptare și atenure a acestuia.

5.1 Măsuri de adaptare și atenuare la efectele fenomenelor meteo-climatice de risc în sectoarele economiei naționale

Republica Moldova conform Băncii Mondiale (BM) din 2016, se clasează drept cea mai vulnerabilă țară din Europa din punct de vedere climatic și a impactului schimbărilor climatice asupra dimensiunilor sociale, economice și de mediu.

Se prognozează, că impactul schimbărilor climatice asupra dimensiunilor sociale, economice și de mediu se vor intensifica pe termen mediu și lung. Acest fapt va implica efecte devastatoare asupra sectorului economic cheie – *agricultura*, și mai cu seamă asupra populației rurale, pentru care agricultura reprezintă o sursă majoră de venituri și alimente. Schimbările climatice vor duce la reducerea debitelor apelor de suprafață cu 16–20% până în 2030. Proiecțiile pe termen mediu indică o creștere continuă a temperaturii medii anuale în perioada dintre 2010 și 2040 cu 2°C.

În ceea ce privește riscurile de dezastre naturale legate de climă, Republica Moldova este predispusă, în special, la *inundații* și *secete*. Potrivit informațiilor publicate pe Portalul de cunoștințe al Băncii Mondiale (BM) privind schimbările climatice, pierderile medii anuale din cauza secetei au fost de aproximativ 19 milioane USD pe an în perioada 1996-2004. Secete severe au avut loc în 2007, 2012 și cel mai recent în 2020 și 2022. Conform estimărilor BM, în 2007 țara noastră a suferit cea mai gravă secetă din istoria sa modernă, aceasta afectând peste de 80% din teritoriu și 135.000 de oameni, provocând pierderi de aproximativ 1 miliard USD. Estimările BM din 2016 denotă, că costul total al inacțiunii privind adaptarea la schimbările climatice se ridică la circa 600 milioane USD, echivalentul a 6,5% din PIB, valoare care s-ar putea dubla până în 2050, ajungând la circa 1,3 miliarde USD. În acest context, din 2013 Republica Moldova s-a angajat într-un proces național de planificare a adaptării la schimbările climatice (PNA), în conformitate cu Cadrul de Adaptare de la Cancun, aprobat în cadrul celei de-a 16-a Conferințe a Părților Convenției Organizației Națiunilor Unite privind Schimbările Climatice (CONUSC) din 2010.

În cercetarea temei date au fost analizate și evidențiate posibilele măsuri de adaptare la fenomenele meteo-climatice de risc care au loc în perioada caldă a anului în spațiul Republicii Moldova. Măsurile de adaptare și de atenuare necesită a fi concentrate în strategii complementare pentru abordarea efectelor produse de aceste fenomene.

Măsurile de adaptare se axează pe politici de adaptare la impactul schimbărilor climatice, care se întâmplă deja sau se așteaptă să aibă loc în viitor. Aceste măsuri urmăresc *reducerea vulnerabilității comunităților și ecosistemelor la efectele evenimentelor meteorologice extreme, temperaturilor în creștere* și *altor riscuri legate de climă.*

Măsurile de atenuare, pe de altă parte se focusează pe *reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră* pentru a încetini și, în cele din urmă a preveni schimbările climatice în continuare. Aceste

măsuri abordează cauzele fundamentale ale schimbărilor climatice prin reducerea cantității de gaze cu efect de seră emise în atmosferă.

Din perspectiva dezvoltării durabile, măsurile de adaptare și atenuare în condițiile schimbării climatice trebuie să acționeze *sinergic*, în comun pentru obținerea unui rezultat pozitiv. Există oportunități pentru punerea în aplicare a unei game largi de măsuri existente și exemple de bune practici, care vizează îmbunătățirea gestionării unor componente ale mediului cum sunt *solurile* și *apa*, care pot oferi în mod sinergic beneficii pentru adaptarea și atenuarea mediului și economiei.

Astfel, măsurile de adaptare la schimbările climatice pentru *mediul rural* trebuie să fie orientate pe *conservarea resurselor de apă, diminuarea potențialului de eroziune a precipitațiilor și prevenirea formării inundațiilor locale*.

Există mai multe metode de conservare a resurselor de apă, atât pe terenurile agricole, cât și în afara lor. Cele mai răspândite și accesibile măsuri sunt *promovarea agriculturii conservative* care ar diminua necesarul de apă, crearea iazurilor pluviale pentru stocarea apelor destinate irigării, crearea zonelor umede în luncile râurilor (care vor înmagazina surplusul de apă din perioadele umede), promovarea tehnologiilor de economisire a apei, inclusiv la irigare.

Principalele acțiuni care se impun pentru a reduce la maxim potențialul de eroziune cauzat de precipitațiile abundente este *împădurire*a, atât compactă (sub formă de masive), cât și sub formă de fâșii forestiere.

Reieșind din cele expuse mai sus este evidentă necesitatea adoptării unui *plan de organizare a teritoriului pentru fiecare comunitate*, ținând cont de particularitățile peisajului.

Dintre toate sectoarele economice, *agricultura* este cea mai dependentă de climă și, prin urmare, foarte vulnerabilă la fenomenele meteo-climatice de risc.

Unele din măsurile eficiente de adaptare în sectorul agricol sunt: folosirea soiurilor și hibrizilor la culturile agricole de origine autohtonă; implementarea culturilor adaptate; utilizarea culturilor de acoperire și a acoperirilor artificiale de sol; diversificarea și rotația culturilor; fără prelucrare și prelucrare minimă a solului; agricultura ecologică [17, 47].

Sectorul industrial este unul dintre cei mai mari generatori ai emisiilor de gaze cu efect de seră și, prin urmare se numără printre cei mai mari provocatori ai schimbărilor climatice. Măsurile de adaptare în sectorul industrial pot reduce emisiile, îmbunătăți eficiența energetică și scădea vulnerabilitatea la impactul schimbărilor climatice.

Câteva exemple de măsuri de adaptare, care se impun în sectorul industrial, sunt: îmbunătățiri ale eficienței energetice; conservarea apei; pregătirea pentru dezastre; dezvoltarea energiei regenerabile.

Pentru atenuarea și adaptarea *sectorului de transport* este necesară stabilirea următoarelor componente: evaluarea și gestionarea riscurilor legate de fenomenele meteo-climatice de risc; investiții în design de produs; acoperire de asigurare; integrarea strategiei climatice; noi tehnologii.

Masuri, ce ar trebui respectate în economia *turismului* pentru strategii de adaptare la fenomenele meteo-climatice de risc: elaborarea unui Plan Național pentru sectorul turismului ca parte a Planului Național de Adaptare (PNA); elaborarea unei analize economice despre impactul fenomenelor meteo-climatice asupra sectorului turistic; creșterea gradului de conștientizare; generarea și comunicarea de noi informații pentru gestionarea riscurilor climatice drept priorități majore; reabilitarea și protejarea resurselor naturale (zonele umede, biodiversitatea, pădurile etc.) sunt strategii de adaptare esențiale la fenomenele meteo-climatice de risc; oferirea de asistență financiară; asistență în integrarea criteriilor și măsurilor de adaptare în planuri și procese sectoriale (de exemplu, programe de investiții); sensibilizarea părților interesate cu privire la rezultatul fenomenelor meteo-climatice; intermedierea dialogurilor intersectoriale.

5.2 Măsuri de adaptare și atenuare la fenomenele meteo-climatice de risc privind mediul natural

Atenuarea efectelor încălzirii globale și adaptarea la schimbarea climatică se fac în sinergie, cu beneficii atât pentru agricultură, economie cât și pentru mediu in general (inclusiv prin păstrarea/refacerea biodiversității).

Pot fi identificate categorii specifice de adaptare și atenuare la fenomenele naturale de risc cu potențial de afectare a gradului de stabilitate a mediului.

Solul. Principalele consecințe ale schimbărilor climatice la nivel regional, cu impact major asupra resurselor de sol sunt legate de activizarea fenomenelor climatice extreme: valurile de căldură, perioadele de secetă și cele de inundații, aversele (precipitațiile de intensitate sporită), care pot cauza formarea inundațiilor locale, creșterea intensității vânturilor, creșterea frecvenței secetelor etc. Unele dintre aceste fenomene (aversele, rafalele de vânt) reprezintă principalele cauze ce accelerează procesul de eroziune a solului, ducând la degradarea solurilor, sporind și colmatarea bazinelor acvatice, unde ajung particulele erodate de sol. Acest proces poate fi stopat, sau cel puțin diminuat prin extinderea și amplasarea corectă a fâșiilor forestiere de protecție a terenurilor agricole.

Apa. Schimbările climatice au un impact direct asupra resurselor de apă. Măsurile de adaptare și atenuare a impactului asupra resurselor de apă au ca scop reținerea și menținerea naturală a apei, incluzând:

Refacerea zonelor umede și a suprafetelor inundabile. O zonă umedă reprezintă un teritoriu plan extins, complet sau parțial inundat, în care apa este principalul factor care controlează mediul natural, viața animală și vegetală asociată. Ea apare acolo unde pânza freatică este aproape de suprafață. Zonele umede au o importanță dublă în gestionarea resurselor de apă. În perioada inundațiilor, acestea sunt în stare să absorbe un surplus de apă, iar în perioada de secetă ele servesc ca principala sursă de alimentare a râurilor. Extinderea și refacerea zonelor umede se impune atât în lunca râurilor Prut și Nistru, cât și pe unele râuri mai mici (Răut, Cogâlnic, Botna, Camenca, Ialpug etc.). Principalele condiții de care trebuie să ținem cont la crearea zonelor umede sunt luncile raurilor cu o lățime apreciabilă (de 150-200 m), prezența numeroaselor izvoare sau aflarea pânzei freatice aproape de suprafață, prezența unui substrat impermeabil sau puțin permeabil (argila).

Împăduririle. Este foarte bine cunoscut efectul benefic al pădurilor asupra resurselor de apă. Acestea, pe lângă diminuarea aportului de poluanți și nutrienți de pe terenurile agricole, atenuează și temperatura apei, prevenind astfel evaporarea acesteia. De regulă, pentru împădurire sunt selectate terenurile degradate (afectate de eroziune și alunecări de teren), aflate pe pante sau pe interfluviu, cu cantități suficiente de precipitați, pe soluri silvice (cenușii, brune sau cernoziomuri argiloiluviale).

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Concluzii generale

În baza cercetărilor realizate în cadrul tezei de doctorat și a rezultatelor obținute au fost formulate următoarele concluzii generale:

1. Lucrarea de faţă scoate în evidență stadiul actual al cercetărilor privind impactul fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova de la începutul sec. XXI, în care se regăsește baza de date privind fenomenele meteo-climatice de risc pentru ultimii 22 de ani.

2. Sinteza studiului literaturii de specialitate şi a cercetărilor prezentate în teza de doctorat demonstrează următoarele:

- prin originea şi evoluţia lor, fenomenele meteo-climatice de risc se află în atenția cercetărilor, iar impactul produs de acestea constituie un element de bază a studiului realizat.
- spațiul fizico-geografic a teritoriului Republicii Moldova, pe parcursul perioadei calde a anului este influienţat de mai multe fenomene meteo-climatice de risc, care interacționează și sunt interdependente: *uscăciunea şi seceta, vânturile puternice, ploile torenţiale, inundaţiile, orajele, grindina, valurile de căldură, îngheţurile timpurii de toamnă şi cele tardive de primăvară*, care, uneori, fiind induse de schimbările climatice, poartă un caracter extremal.

3. Fenomenele meteo-climatice de risc, reprezintă abateri de la normele multianuale și au un impact negativ asupra populației, economiei și mediului, iar în cazul intensificării lor, se anunță situații excepționale. Pagubele produse de către aceste fenomene sunt incluse în categoria dezastrelor naturale.

4. După proporţii, extinderi şi gravitatea consecinţelor, situaţiile excepţionale sunt clasificate în locale, teritoriale, naţionale şi transfrontaliere. Pagubele produse de fenomenele meteo-climatice de risc sunt evaluate de comisiile pentru situații excepționale rationale?. Cercetările realizate în prezenta lucrare, privind impactul fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului au stabilit, că raionul cu cea mai mare pondere a pagubelor induse de aceste fenomene pentru ultimii 22 de ani, este raionul Cahul cu pagube de peste 1 mlrd de lei, iar după numărul de situații excepționale este raionul Soroca cu un număr de 84 de situații excepționale.

5. Cercetările personale, efectuate în cadrul prezentei lucrări, la fel și analiza rapoartelor și a bazei de date ale IGSU pentru perioada anilor 2000-2021, privind ponderea diferitelor categorii de situații excepționale, produse de fenomene meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului, demonstrează, că *ponderea* cea mai mare în instituirea *situațiilor excepționale* o au *ploile torențiale* (64%), *grindina* (20%) și *vânturile puternice* (8%), ceea ce nu corespunde *ponderii pagubelor* produse de fenomenele meteo-climatice de risc, unde conform sistematizării datelor IGSU sa dedus, că cea mai mare *pondere a pagubelor* produse îi revine *uscăciunii și secetei* cu (62%), urmată de *ploile torențiale* cu (25%), ele fiind urmate de *grindină* cu (6%) și *înghețurile timpurii și cele tardive* cu (4%).

6. Studiul realizat denotă faptul, că la momentul actual în Republica Moldova nu există un document de politici publice în domeniul gestionării situaților de urgență și excepționale. La fel lipsesc metodologii și specialiști pentru a evalua impactul asupra mediului, produs de fenomenele meteo-climatice de risc, bazat pe cercetări științifice, aspect confirmat în Programul de prevenire si gestionare a situațiilor de urgență și excepționale pentru perioada 2022-2025 (HG nr.846/2022).

7. Materialele tezei date, cu referire la evaluarea impactului cauzat de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova, evidențiază un șir de măsuri de adaptare și atenuare în raport cu aceste fenomene, dar și specifică necesitatea urgentă de a implementa politici și măsuri de adaptare și atenuare adecvate ponderii pagubelor

produse. Aceste politici și măsuri sunt incluse în Programul național de adaptare la schimbările climatice până în anul 2030 și Planul de acțiuni pentru implementarea acestuia, aprobate în ședința de Guvernul Republicii Moldova din 30 august 2023.

8. Cunoașterea riscurilor legate de fenomenele meteo-climatice de către populație și factorii de decizie din mediul rural și urban, din sectoarele agricol, industrial, energetic, social și din alte ramuri ale economiei oferă o gamă mai largă de răspunsuri și soluții adaptive.

Recomandări practice

1. Evidențierea necesității intensificării cercetărilor privind originea și evoluția fenomenelor meteo-climatice cu accent pe riscurile induse de acestea, studierea mai profundă a particularităților de manifestare a lor în spațiul Republicii Moldova cu stabilirea vulnerabilității teritoriului țării față de fenomenele respective.

2. Estimarea expunerii teritoriului Republicii Moldova în raport cu impactul produs de fenomenele meteo-climatice, precum și măsuri stabilite pentru adaptarea și atenuarea acestuia.

3. Rezultatele studiului realizat se propun ca suport pentru APC, APL și IGSU la elaborarea politicilor bazate pe gestionarea riscurilor și nu a crizelor, iar programele de activitate a factorilor de decizie să conțină mai multe măsuri proactive decât reactive.

4. Este necesar de a iniția un studiu privind impactul fenomenilor meteo-climatice de risc din perioada rece a anului, ceea ce ar completa baza de date pentru intregul an. Totoodată este recomandat, ca să fie elaborate instrucțiuni metodice și pregătiți specialiști, care vor interveni la evaluarea pagubelor provocate mediului natural de aceste fenomene.

5. Materialele elaborate în cadrul cercetării temei date pot servi în calitate de ghid informațional pentru revizuirea politicilor IGSU, APC și APL în luarea măsurilor rapide de prevenire, reducere și atenuare a consecințelor riscurilor induse de fenomenele meteo-climatice.

6. Baza de date și rezultatele științifice obținute în studiul realizat este recomandată și utilă la elaborarea strategiilor și programelor de mediu, a materialelor didactice din cadrul instituțiilor de învățământ de profil din Republica Moldova, în procesul de pregătire profesională a elevilor, studenților, masteranzilor etc.

Contribuții personale:

În această lucrare contribuțiile personale includ mai multe aspecte, dintre care mai relevante sunt următoarele:

- ✓ analiza tematicii cercetate în teza de doctorat prin prisma publicațiilor existente în domeniu și evidențierea evoluției impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din Republica Moldova timp de peste 20 de ani;
- ✓ colectarea şi prelucrarea unui volum mare de informații și date din arhivele Inspectoratului General pentru Situații de Urgență (IGSU) și a Biroului Național de Statistică (BNS), pentru perioada 2000-2021, privind fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului și impactul produs de acestea asupra populației, economiei și mediului din Republica Moldova, utilizând un program de calcul în limbajul de programare Visual Basic sub platforma OFFICE 365 prin EXCEL;
- ✓ analiza evoluției temporale și a repartiției spațiale a situațiilor excepționale și a pagubelor provocate de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului pe teritoriul Republicii Moldova de la începutul sec. XXI;
- ✓ realizarea de material cartografice (hărți digitale), prin utilizarea programului SIG, pe principiu conceptual administrativ-teritorial, ce scoate în evidență zonele vulnerabile față de riscurile produse de fenomenele meteo-climatice prezentate.

Propuneri de noi direcții pentru cercetări viitoare:

- o Studiul complex al impactului produs de toate fenomenele de origine meteorologică și hidrologică, fapt ce ar asigura realizarea cu succes a *Programului de prevenire și gestionare a situațiilor de urgență și excepționale pentru anii 2022-2025.*

- Realizarea de cercetări asupra efectelor și a consecințelor aplicării măsurilor de adaptare și atenuare în raport cu impactul produs de fenomenele meteo-climatice de risc.
- Realizarea proiectelor de cercetare, privind consolidarea capacităților instutiționale în gestionarea riscurilor produse de fenomene naturale prin activități educaționale și de instruire, cu realizarea și implementarea de proiecte pilot și diseminări ale bunelor practici.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ:

1. APOSTOL, L., NEDEALCOV, M., BOJARIU, R. *Consideraţii asupra uscăciunii, secetelor şi aridităţii între Carpaţii Orientali şi Nistru*. În: Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională "Mediul și dezvoltarea durabilă". Ediția a IV-a, 80 de ani ai Facultății de Geografie. Chișinău, 2018, Tipogr. UST, pp. 85-88. ISBN 978-9975-76-253-3.
2. ARMAŞ I. *Teorie şi metodologie geografică*. Editura Fundaţia România de mâine, Bucureşti, 2006.
3. BOBOC N., BUZĂ V., *Calamităţi naturale şi situaţii excepţionale* // Starea mediului în Republica Moldova în anul 2004: (Raportnat): [pentru uzul specialiştilor în domeniu] / Inst. Naţ. de Ecologie., Chişinău, 2005.
4. BOBOC N., CONSTANTINOV T., MELNICIUC O. *Analiza spaţio-temporală a ploilor torenţiale în scopul aprecierii inundaţilor catastrofale.* Studiu de caz, Republica Moldova // Diminuarea impactului hazardelor naturale şitehnogene asupra mediului şisocietăţii: Conf. int., 2005, p. 90–94.
5. BOGDAN O., NICULESCU E. *Riscurile climatice din România*. Institutul de Geografie, Bucureşti, 1999, 280 p.
6. BOIAN I. *Secetele în Republica Moldova devin tot mai frecvente şi mai intensive*. Mediul Ambiant, 2011, nr. 6(60), p. 40-44.
7. BOIAN I., et al. *Calamităţi naturale* // Starea mediului în Republica Moldova în a. 2006: (raport. naţ.) / Ministerul Ecologiei şi Resurselor Naturale ale Rep. Moldova, Acad. de Şt. A Moldovei, Inst. de Ecologie şi Geografe, Chişinău, 2007.
8. BOIAN I., **CAZAC V**. *Inundaţiile catastrofale din vara anului 2008 în Republica Moldova* // Mediul Ambiant, nr. 4(40), Chişinău, 2008.
9. BOIAN I., MIHAILESCU C. *Fenomene naturale de risc în Republica Moldova*. Mediul Ambiant, 2008, nr. 5 (23), p. 3-10.
10. BOIAN I., *Ploile torenţiale abundente – fenomen de risc major pentru Republica Moldova* // Diminuarea impactului hazardelor naturale şitehnogene asupra mediului şisocietăţii : Conf. int., 2005. p. 23–25.
11. BOIAN I. *Valurile de căldură şi singularităţile termice pozitive în Republica Moldova* // Revista Mediul Ambiant, nr. 2 (50), Chişinău, 2010.ISSN 1810-9551.
12. BOIAN I., DOMENCO R. *Influența condițiilor agrometeorologice din anul 2020 asupra creșterii, dezvoltării și roadei de floarea-soarelui în Republica Moldova*. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seria Ştiinţe Reale şi ale Naturii), 2021, nr. 1(141), p. 68-77. ISSN 1814-3237. DOI: 10.5281/zenodo.4980328.
13. BOIAN I. *Climatologia Republicii Moldova*. Suport de curs; Univ. Acad. de Ştiinţe a Moldovei, Catedra Ecologie şiŞtiinţe ale Mediului. - Chişinău, Biotehdesign, 2015. 280 p. ISBN, 9975933688.
14. BOIAN I., et al. *Calamităţi naturale* // Starea mediului în Republica Moldova în a. 2006: (raport. naţ.) / Ministerul Ecologiei şi Resurselor Naturale ale Rep. Moldova, Acad. de Şt. A Moldovei, Inst. de Ecologie şi Geografe, Chişinău, 2007.
15. BOIAN I., MÎNDRU G., *Estimarea impactului înghețurilor în sectorul agricol din Republica Moldova.* În: Materialele Conferinţei ştiinţifice cu participare internaţională „Mediul şi dezvoltarea durabilă”. Ed. a V-a jubiliară, 90 de ani ai UST, Chişinău, 30-31 octombrie, 2020, pp. 73-77. ISBN 978-9975-76-315-8.
16. BOJARIU R., BÎRSAN M. V., CICĂ R., VELEA L., BURCEA S., DUMITRESCU A., DASCĂLU S. I., GOTHARD M., DOBRINESCU A., CĂRBUNARU F., MARIN L. (2015).

Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri şi adaptare. Administraţia Naţională de Meteorologie, Edit. Pintech, Bucureşti, 2014, 200 p. ISBN 978-606-23-0363-1.
17. BOJARIU R., NEADELCOV M., BOINCEAN B. [et al.]; coordonator: HurmuzachiIu.; *Ghid pentru autorităţile publice locale din mediul rural: Privind adaptarea şi implementarea măsurilor de atenuare la schimbările climatice* / Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău: S. n., 2021.
18. **CAZAC V.** *Evoluţia cantitativă a apelor de suprafaţă în contextul procesului de aridizare a teritoriului Republicii Moldova, Mediul şi dezvoltarea durabilă*. Ediţia a V-a jubiliară, 2020 Conferinţa "Mediul şi dezvoltarea durabilă" Chişinău, Moldova, 30-31 octombrie 2020, p. 33-38.
19. **CAZAC V**., BOIAN I. *Riscul inundaţiilor în Republica Moldova*. Mediul Ambiant, 2008, nr. 4 (40), p. 43-48. ISSN 1810-9551.
20. **CAZAC V**., BOIAN I., VOLONTIR N. *Hazardurile naturale*//Colecţia Mediul geografic al Republicii Moldova, Chişinău, 2008, 207 p.
21. **CAZAC V**., BOIAN I., MIRONOVA T. *Caracterizarea condiţiilor meteorologice şi agrometeorologice din vara anului 2007.* Mediul Ambiant, 2007, nr. 5 (35), p. 44-45. ISSN 1810-9551.
22. CODREANU I., **CAZAC V**. *Ecosistemele silvice din bazinul râului Bîc – oportunități de realizare a practicii de specializare și formare a competențelor profesionale la geografi*. Acta et Commentationes, Științe ale Educației, nr.1(31)2023.
23. CONSTANTINOV T.et al. *Calamităţile naturale*. Starea Mediului în Republica Moldova în anul 2005 (raport naţional). Chişinău, 2006.
24. CONSTANTINOV T. et al. *Hazardurile naturale regionale*. Chişinău, 2009, Cap.4, Metodica şi evaluarea complexă a riscurilor geomorfologice şi climatice //Hazardurile natural regionale. CZU 551.4. /.5 (478) R 46; Tipografia „Elena – V.I."SRL. ISBN 978-9975-106-15-3, Chişinău, 2009. P.102-105.
25. COTEȚ P. V., NEDELCU E. P. *Principii, metode şi tehnici moderne de lucru în geografie*. Editura Didactica şi pedagogia, Bucureşti, 1976.
26. COȘCODAN M., NEDEALCOV M., DARADUR M. *Schimbările de climă posibile şi regimul temperaturilor extreme din perioada rece a anului pe teritoriul Republicii Moldova*. În: Analele Ştiinţifice ale Universităţii de Stat din Moldova, Seria "Ştiinţe chim.-biol.". Chişinău: CEP USM, 2005, p. 446-449.
27. CROITORU C., PANTEA V., OPOPOL N., OVERCENCO A., CIOBANU G., **CAZAC V**. *Particularităţile solicitărilor în asistenţă medicală de urgenţă în perioada valurilor de căldură (vara a. 2007)*. Analele Ştiinţifice ale USMF „N. Testemiţanu", 2013, nr. 2 (14), p. 132-138. ISSN 1857-1719.
28. DARADUR M., **CAZAC V**., MIHAILESCU C., BOIAN I. *Monitoringul climatic şi secetele*. Chişinău, S. n., 2007 (Tipogr. „Tanavius" SRL), 184 p.
29. DOMENCO R. *Riscurile pluviale din sezonul cald pe teritoriul Republicii Moldova*. Materialele Conferinței Științifice cu participare internațională „Biodiversitatea în contextual schimbărilor climatice", Chișinău, 2016. p. 126-129.
30. GAVRILAȘ T., DRUȚĂ A. *Glosar de termeni privind adaptarea la schimbările climatice*. Chișinău,44p.http://adapt.clima.md/public/files/elibrary/Rudi_-_Glosar_de_termeni_privind_ASC.pdf.
31. MĂRĂCINEANU F., CONSTANTIN E., NISTREANU M. *Variabilitatea climatică şi fenomene hidrologice deosebite în zona de vest a României* // Raport: Metode contemporane de modelare a viiturilor pluviale şi principiile de evaluare a riscului în cazul inundaţiilor, 2000, v. 1, nr 2, p. 108-109.
32. MELNICIUC O., BOBOC N., MUNTEAN V., TĂNASE A. *Inundaţiile catastrofale generate de viiturile pluviale pe râurile din Republica Moldova*. Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Al. I. Cuza" din Iaşi (seria nouă), Geografie, 2006 v. LII, p. 13-22.

33. MELNICIUC O, COJOCARU I., *Inundaţiile din iulie – parte a catastrofelor de proporţii din lume* // Moldova Suverană, 2008, nr. 126, (519), p. 5.
34. MELNICIUC, O., LALÎKIN, N., BEJENARU, G. *Probleme de studiu a inundaţiilor în Republica Moldova.* European associated centre on flood problems of the Republic of Moldova, 2003, 109 p.
35. MIHAILESCU C., **CAZAC V**., BOIAN I. *Caracterizarea de ansamblu a hazardurilor naturale*. Mediul Ambiant, 2007, nr. 5, p. 22-23.
36. MIHAILESCU C., BOIAN I. *Fenomene naturale de risc în Republica Moldova* // Mediul Ambiant, nr. 5(23), Chişinău, 2005.
37. MÎNDRU G. *Estimarea expunerii teritoriului Republicii Moldova către manifestarea anumitor riscuri naturale*. Teză de doctor, Chişinău, 2019.
38. MÎNDRU G. *Impactul spaţio-temporal al alunecărilor de teren din Republica Moldova în ultimele două decenii*. Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice. Materialele Conferinţei cu participare internaţională., Ediţia a III-a., 22 noiembrie 2019., Ch.: Biotehdesign, 2019, p. 251-258. ISBN 978-9975-108-85-0.
39. MORARIU T., VELCEA V. *Principii şi metode de cercetare în geografia fizică*. Ediţia Academiei R.S.R., Bucureşti, 1971.
40. MLEAVAIA G., GĂMUREAC A. *Distribuţia spaţio-temporală a vitezei vântului în perioada contemporană*. În: Materialele Conferinţei ştiinţifice cu participare internaţională „Mediul şi dezvoltarea durabilă". Ed. a V-a jubiliară, 90 de ani ai UST, Chişinău, 30-31 octombrie, 2020, p. 87-90. ISBN 978-9975-76-315-8.
41. NEDEALCOV M. et al. Atlasul „*Resursele climatice ale Republicii Moldova*". Editura „Ştiinţa", Chişinău, 2013. 76 p. ISBN 978-9975-67-894-0.
42. NEDEALCOV M., MÎNDRU G. *Impactul ploilor torenţiale din semestrul cald al anului asupra societăţii şi mediului în Republica Moldova*. În: Materialele Conferinţei ştiinţifice cu participare internaţională „Mediul şi dezvoltarea durabilă". Ed. a V-a jubiliară, 90 de ani ai UST, Chişinău, 30-31 octombrie 2020, p. 91-95, ISBN 978-9975-76-315-8.
43. PUŢUNTICĂ A. *Fenomenele meteorologice de risc de pe teritoriul Republicii Moldova* / Autoreferat al tezei de doctor în geografie. Chişinău, 2008, 28 p.
44. RĂILEANU V., NEDEALCOV M., MÎNDRU G., COJOCARI R., CRIVOVA O. *Vulnerabilitatea teritoriului Republicii Moldova la riscurile climatice*. Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice. Materialele Conferinţei cu participare internaţională. Ediţia a III-a, 22 noiembrie 2019, Ch.: Biotehdesign, 2019, p.188-193, ISBN 978-9975-108-85-0.
45. Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Raport de activitate, Chişinău, 2010.
46. SOFRONI V., MANGUL I. *Analiza şi monitoringul secetelor pe teritoriul Republicii Moldova*. Rezultatele comunicărilor celei de a treia conferinţe internaţionale ştiinţifico-practice, ApeleMoldovei. Chişinău: FEP "Tipografia centrală", 1998. p. 226-228.
47. SOFRONI V., MANGUL I., LUPAȘCU M., LALA M. *Caracterizarea secetelor în Moldova şi măsurile de atenuare a consecinţelor*. Secetele: Pronosticarea şi atenuarea consecinţelor. Chişinău: INECO, 2000, p. 14-21.
48. SOFRONI V., PUŢUNTICĂ A. *Seceta ca fenomen al degradării ecologice a mediului înconjurător*. Acta et commentationes (Ştiinţe Exacte și ale Naturii), 2016, nr. 1(1), ISSN 2537-6284 /ISSNe 2587-3644.
49. SOFRONI V., PUŢUNTICĂ A., IACOB M. *Fenomene şi procese geografice de risc* (curs de lecţii), Chişinău, 2009, 111 p.
50. NEDEALCOV M., DOMENCO R., SÎRBU R. *The risk of excess rainfall over the Republic of Moldova territory*. Present Environment and Sustainable Development, vol.10, no.2, Iași, 2016. p. 5-12.
51. *Агроклиматические ресурсы Молдавской ССР*. - Л., Гидрометеоиздат, 1982.- С. 198.

52. КОНСТАНТИНОВА Т.С. и др. *Изменения климата и режим неблагоприятных явлений погоды* //Confer. Internaţională Diminuarea impactului hazardelor naturale şi tehnogene asupra mediului şi societăţii, Chişinău, 6-7 octombrie 2005, c. 113-117.
53. КОНСТАНТИНОВА Т.С., НЕДЯЛКОВА М.И., СЫРОДОЕВ Г.Н., СЫРОДОЕВ И.Г. *Природные риски и устойчивое развитие сельского хозяйства Молдовы* // Материалы Международной научно-практической конференции Бассейн реки Днестр - экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами. Издательство Приднестровского Университета – Тирасполь – 2010 - С.102-108.
54. ЛАСЕ Г.Ф. *КлиматМолдавской ССР*. Ленинград, 1978, 373 с.
55. МЕЛЬНИЧУК О. *Паводки и наводнения на реках Молдовы (Вопросы теории и практические расчеты)*. Академия Наук Республики Молдова, Институт Экологии и Географии, Кишинэу, 2012, 234 с., ISBN 978-9975-4299-3-1.
56. МЛЯВАЯ Г., *Оценка пространственно-временного распределения абсолютных максимальных скоростей ветра на территории Республики Молдова*. Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice. Materialele Conferinţei cu participare internaţională. Ediţia a III-a., 22 noiembrie 2019., Ch.: Biotehdesign, 2019., pp. 198-202,ISBN 978-9975-108-850.
57. ПАНТЕЛЕЕВ П. Г. *Метод прогноза количества ливневых осадков*. – Сб. работ Кишиневской ГМО. – 1971. Вып. 5. -С. 107-116.
58. ПРОКА В., *О колебаниях годовых сумм осадков на территории Молдавии* // Известия Академии Наук Молдавской ССР, № 1, Кишинев 1970.
59. СИНЯВСКИЙ, П. В., СЛАСТИХИН, В. В., БОЛОКАН, Н. И. *Пространственно-временные поля интенсивности дождей*. Проблемы географии Молдавии. Вып. 9, 1974, сс. 32-43.
60. http://aee.md/images/ATLASUL_RESURSELOR_ENERGETICE_EOLIENE_AL_REPUBLICII_MOLDOVA.pdf.
61. https://utm.md/blog/2017/03/28/atlasul-resurselor-energetice-eoliene-al-rm-o-noua-realizare-marca-utm/?fbclid=IwAR1y776BOG7Eo6D57NcxEoXhfgq-jTZjJ_bw2AcD40UB6qcUiKUXyr9bgIc.
62. https://date.gov.md/ckan/ro/dataset/17229-indicii-statistici-despre-cauza-si-locul-izbucnirii-incendiilor-în-republica-moldova.
63. https://ieg.md/pagube-provocate-de-incendii.

LISTA publicațiilor la tema tezei

- **Articole în reviste științifice**

1. POTOPOVA V., **CAZAC V.,** BOINCEAN B. Soukup Josef, Trnka Miroslav. *Application of hydtoclimatic drought indicators in the transboundary Prut River basin*. În: Theoretical and Applied Climatology. 2019, nr. 3-4 (137), p. 3103-3121. ISSN; 0177-798X.
   Disponibil: https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-019-02789-w
2. **CAZAC V.,** CODREANU I. *Impactul socio-economic și de mediu al fenomenelor meteo- climatice din perioada caldă a anului în Republica Moldova*. Publicat: Buletinul AȘM „Științe ale vieții", 2022, nr. 3 (347), p.101-106. ISNN;1857-064X.
   Disponibil: www.bsl.asm.md.
3. CODREANU I., **CAZAC V**. *Ecosistemele silvice din bazinul râului Bîc- oportunități de realizare a practicii de specializare și formare a competențelor profesionale la geografi*. Publicat: Acta et Commentationes, Sciences of Education, 2023, nr. 1(31), p.93-101. ISSN;857-0623, E-ISSN 2587-3636.
   Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/93-101_10.pdf

- **Articole în lucrările conferințelor și altor manifestări ştiinţifice**

4. **CAZAC V**. *Evoluția cantitativă a apelor de suprafață în contextul procesului de aridizare a teritoriului Republicii Moldova*. În: Materialele conferinței naționale „Mediul și dezvoltarea durabilă". Ediția aV-a, Chișinău, 30-31 octombrie 2020, p.33-38.
   Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/33-38_16.pff
5. **CAZAC V**. *The problem of acid rain and transboundary air pollution*. În: Materialele Conferinței Naționale „Ecological and environmental chemistry*".* Ediţia 7, vol.1, Chişinău, 3-4 martie 2022, p. 141-142.
   Disponibil: http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v
6. **CAZAC V**. *Climatic and hydrometeorological phenomena of risk on theterritory of the Republic of Moldova*. În: Materialele Conferinței Naționale „Life sciences in thedialogue of generations: connectionsbetweenuniversities, academia and business community*".* vol. 2, Chişinău, 29-30 septembrie 2022, p. 161-162.
   Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/161-162_29.pdf
7. **CAZAC V**. *The impact and damage caused by torrential rains in the period 2000-2021 on theterritory of the Republic of Moldova*. În: The National Conference with international participation. Edition VI, Natural siences in thedialogue of generations, Chișinău, 14-15 september,2023.
   Disponibil: http://agarm.md

ADNOTARE

Cazac Valeriu *„Impactul fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de pe teritoriul Republicii Moldova la începutul secolului XXI și posibilități de atenuare”.* Teză de doctor în științe ale mediului, Chișinău, 2023.

Structura tezei. Teza este alcătuită din: introducere, cinci capitole, concluzii generale și recomandări, 177 surse bibliografice, 126 pagini de text de bază, 41 figuri, 3 tabele și 7 anexe.

Cuvintele-cheie:impact, pagube, uscăciunea și secetele, vânturile puternice, ploile torențiale, inundaţiile, orajele, grindina, valurile de căldură, înghețurile timpurii și cele tardive.

Scopul lucrării constă în evaluarea impactului fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de la începutul sec. XXI de pe teritoriul Republicii Moldova, evidențierea, argumentarea și propunerea măsurilor de adaptare și atenuare în raport cu acestea.

Obiectivele. Stabilirea variabilităţiispaţio-temporale a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc pentru perioada 2000-2021; documentarea și analiza principalelor fenomene meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului și impactul lor; evidențierea măsurilor de adaptare și atenuare a efectelor negative induse de acestea.

Metodologia cercetării științifice. Studiul include principii conceptual-teoretice și metode geografice de cercetare diferențiată a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc. S-au utilizat Sistemele Informaționale Geografice (SIG) în prelucrarea datelor statistice cu privire la riscurile meteo-climatice și elaborarea hărților, care demostrează aspectele spațiale ale acestora.

Noutatea ştiinţifică a rezultatelor obţinute. În lucrarea dată sunt formulate și aplicate noi abordări de estimare ale impactului negativ al fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului din Republica Moldova, pentru anii 2000-2021, prin aplicarea unui nou principiu conceptual-teoretic de estimare diferențiată a impactului negativ al fenomenelor meteo-climatice de risc, care constă *în identificarea impactului estimat prin pagubele produse de către acestea, raportate la unitate administrativ-teritorială (raion).*

Rezultatele științifice propuse spre susținere: noi estimări diferențiate ale impactului negativ al fenomenelor meteo-climatice de risc specifice perioadei calde a anului de la începutul sec. XXI de pe teritoriul Republicii Moldova, în raport cu amploarea pagubelor pe *unitate administrativ-teritorială (raion)*; noi abordări teoretice în ceea ce privește repartiția spațio-temporală a riscurilor pentru perioada caldă a anului pe durata de 22 ani, prin estimarea pagubelor induse de acestea; evidențierea măsurilor deadaptare și atenuare la aceste riscuri.

Semnificația teoretică. Au fost formulate principii conceptual-teoretice de evaluare diferențiată a impactului negativ a fenomenelor meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului din Republica Moldova pe parcursul 2000-2021 și de aplicare a măsurilor de adaptare și atenuare a efectelor acestora.

Valoarea aplicativă a lucrării. A fost creată și sistematizată baza de date, privind fenomenele meteo-climatice de risc și distribuția spațio-temporală a lor; a fost evaluat impactul riscurilor fenomenelor meteo-climatice din perioada caldă a anului; s-a estimat ponderea pagubelor produse de fenomenile meteo-climatice de risc pentru ultimii 22 ani; au fost întocmită statistica situațiilor excepționale pentru fiecare raion în raport cu fenomenele meteo-climatice de risc; au fost evedențiate măsurile de adaptare și atenuare a impactului indus de ceste fenomene.

Implementarea rezultatelor științifice. Hărțile și diagramele privind reapartiția spațio-temporală a pagubelor produse de fenomenele meteo-climatice de risc din perioada caldă a anului de la începutul sec. XXI de pe teritoriul Republicii Moldova, propuse a fi utilizate de IGSU, APC, APL și alți factori de decizie în elaborarea și implementarea politicilor de managment a riscurilor.Totodată, concluziile lucrării pot servi la realizarea proiectelor și programelor de protecție civilă a populației, de protecție și conservare a mediului, în sectorul agricol, energetic, transport, turism s.a., și în predarea cursurilor de specialitate în învățământul superior (geografie, pedologie/pedogeografie, protecția mediului, agronomie, etc.), pentru pregătirea profesională.

АННОТАЦИЯ

Казак Валериу*"Воздействие опасных метео-климатических явлений теплого периода года на территории Республики Молдова с начала 21 века и возможности его смягчения".* Докторская диссертация в области наук об окружающей среде, Кишинев, 2023.

Структура диссертации. Диссертация состоит из: введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций, 177 библиографических источников, 126 страниц основного текста, 41 рисунка, 3 таблиц и 7 приложений.

Ключевые слова: воздействие, ущерб, засуха, сильные ветры, проливные дожди, наводнения, грозы, град, аномальная жара, ранние и поздние заморозки.

Цель работы – оценить ущерб от воздействия влияния опасных метео-климатических явлений теплого периода года с начала XXI века на территории Республики Молдова, определяя, аргументируя и предлагая меры по адаптации и смягчению их последствий.

Задачи: установить временно-пространственную изменчивость опасных метео-климатических явлений в период 2000 – 2021 гг.; документирование и анализ основных опасных метео-климатических явлений теплого периода года и их негативных воздействий на территории РеспубликиМолдова; определение мероприятий по адаптации и смягчения негативных эффектов вызванных ими.

Методика научных исследований. Данное исследование включает в себя концептуально-теоретические принципы дифференцированной оценки (исследования) негативного воздействия явлений метео-климатического риска на территории Республики Молдова, а также использование Географических Информационных Систем (ГИС) при обработке статистических данных о метео-климатических рисках и разработке карт, демонстрирующих их пространственные аспекты.

Научная новизна полученных результатов: Данная работа представляет собой разработанные новые подходы к оценке негативного воздействия опасных метео-климатических явлений теплого периода 2000-2021 годов в Республике Молдова, был применен новый теоретико-концептуальный принцип дифференцированной оценки, который заключается в определении ущерба, относящегося к административно-территориальной единице.

Предлагаемые научные результаты: Создана и систематизирована база данных по опасным метео-климатическим явлениям и их пространственно-временному распределению за начало XXI века; оценен ущерб от влияния опасных метео-климатических явлений в теплый период за последние 22 года по каждому району; составлена статистика чрезвычайных ситуаций, связанных с метео-климатическими явлениями; были определены меры по адаптации и смягчению воздействия этих явлений.

Теоретическое значение: Сформулированы концептуально-теоретические принципы дифференциальной оценки негативного воздействия опасных метео-климатических явлений на территории РеспубликиМолдова в 2000 – 2021 гг. И определены меры по адаптации к ним и смягчению их последствий.

Прикладная ценность работы. Создана и систематизирована база данных по опасным метео-климатическим явлениям и их пространственно-временному распределению; оценено влияние рисков метео-климатических явлений за теплый период года; оценен ущерб, причиненный опасными метео-климатическимии явлениями за последние 22 года; по каждому району составлена статистика чрезвычайных ситуаций, связанными с метео-климатическими явлениями; были определены меры по адаптации и смягчению воздействия этих явлений.

Внедрение научных результатов. Представленые карты и диаграммы пространственно-временного распределения ущерба от опасных метео-климатических явлений за теплый период года с начала XXI века на территории Республики Молдова предлагается использовать Генеральной Инспекцией по Чрезвычайным Ситуациям (ГИЧС), Центральной Государственной Администрацией (ЦГА) и Местной Государственной Администрации (МГА) и другими органами власти, принимающими решения при разработке и реализации политики управления рисками. В тоже время выводы даной работы рекомендуется использовать для реализации проектов и программ гражданской защиты населения, охраны окружающейс реды, в сельскохозяйственной, энергетической, транспортной, туристической и др. отраслях, а также при преподавании специализированных курсов в высших учебных заведениях для профессиональной подготовки.

ANNOTATION

Cazac Valeriu ***"The impact of meteo-climate risk phenomena during the warm period of the year on the territory of the Republic of Moldova at the beginning of the 21st century and mitigation possibilities".*** Doctoral thesis in Environmental Sciences, Chisinau, 2023.

The structure of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions and recommendations, 177 bibliographic sources, 106 pages of body text, 41 figures, 3 tables, and 6 appendices.

Keywords: impact, damage, drought, strongwinds, torrentialrain, floods, thunderstorms, hail, anormal heat, early and late frosts.

The purpose of the work is to assess the impact of meteo-climate risk phenomena in the warm season on the territory of the Republic of Moldova since the beginning of the 21st century, highlighting, arguing, and proposing measures for the adaptation and mitigation of the consequences of these events.

Objectives: Determination of the spatio-temporal variability of the negative impact of meteo-climate risk phenomena in the period of 2000–2021; documentation and analysis of the main meteo-climate risk phenomena in the warm season and their impacts on the territory of the Republic of Moldova; identification of measures for the adaptation and mitigation of the adverse effects caused by these events.

Scientific research methodology. The study includes conceptual-theoretical principles and geographical methods of differentiated research on the negative impact of meteo-climate risk phenomena. Geographical Information Systems (GIS) were used in the processing of statistical data on meteo-climate risks and the development of maps, which demonstrate their spatial aspects.

Scientific novelty of theresults obtained. In this work, new approaches to estimating the negative impact of the meteo-climate risk phenomena from the warm period of the year in the Republic of Moldova, for the years 2000-2021, are formulated and applied, by applying a new conceptual-theoretical principle of differentiated estimation of the negative impact of the meteo-climate risk phenomena, which consists in identifying the estimated impact through the damage caused by them, reported to the administrative-territorial unit (district).

Research results proposed: New differentiated estimates of the negative impact of meteo-climate risk phenomena specific to the warm period of the year from the beginning of the 21st century from the territory of the Republic of Moldova, in relation to the extent of the damage per administrative-territorial unit (raion); new theoretical approaches regarding the spatio-temporal distribution of risks for the warm period of the year for 22 years, by estimating the damages induced by them; highlighting adaptation and mitigation measures to these risks.

Theoretical significance. Conceptual-theoretical principles were formulated for the differentiated assessment of the negative impact of the meteo-climate risk phenomena from the warm period of the year in the Republic of Moldova during 2000-2021 and for the application of measures to adapt and mitigate their effects.

Applied significance of the work: The database was created and systematized regarding meteo-climate risk phenomena and their spatio-temporal distribution; the impact of the of meteo-climate risk phenomena during the warm period of the year was evaluated; the weight of the damage caused by the meteo-climate risk phenomena for the last 22 years was estimated; the statistics of emergency situations were drawn up for each district in relation to meteo-climate risk phenomena; the measures to adapt and mitigate the impact induced by these phenomena were highlighted.

Implementation of scientific results. Maps and diagrams on the spatio-temporal distribution of the damage caused by meteo-climate risk phenomena of the warm period of the year from the beginning of the 21st century on the territory of the Republic of Moldova, are proposed to be used by IGSU, APC, LPA and other decision makers in the development and implementation of risk management policies. At the same time, the conclusions of the work can serve to implement projects and programs of civil protection of the population, environmental protection and conservation, in the agricultural sector, energy, transport, tourism, etc., and in teaching specialized courses in higher education (geography, pedology/pedogeography, environmental protection, agronomy, etc.), for professional training.

CAZAC VALERIU

IMPACTUL FENOMENELOR METEO-CLIMATICE DE RISC DIN PERIOADA CALDĂ A ANULUI DE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA LA ÎNCEPUTUL SECOLULUI XXI ȘI POSIBILITĂȚI DE ATENUARE

166.02 - PROTECȚIA MEDIULUI ȘI FOLOSIREA RAȚIONALĂ A RESURSELOR NATURALE

REZUMATUL
tezei de doctor în ştiinţe ale mediului

Aprobat spre tipar *21decembrie 2023* Hârtie ofset. Tipar ofset Coli de tipar: 19	Format: 60x84 1/16. Tiraj: ex. 25 Comanda nr. 1

CENTRUL EDITORIAL-POLIGRAFIC USM
Mun. Chișinău 2023