

# REGIONAREA AGROCLIMATICĂ A BAZINULUI NISTRU CU SUPTUL SIG

*Dr. hab. Maria NEDEALCOV<sup>1</sup>*

*Tudor CASTRAVEȚ<sup>1</sup>*

*Dr. Tatiana ADAMENKO<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Institutul de Ecologie și Geografie  
al AȘM*

*<sup>2</sup>Centrul Hidrometeorologic  
din Ucraina*

## AGRO-CLIMATIC REGIONALIZATION IND USING GIS

**Summary.** Geographic Information Systems (GIS) proved to be at current stage a efficient and trustworthy research tool. These provide natural phenomena and processes referencing to the real geographic coordinates on the one hand, concomitant use of a huge amount of data- temporal and spatial analysed. In this scientific paper, for the first time is performed agro-climatic regionalization of the territory of the Republic of Moldova and Ukraine within the Dniester Basin, thus enlarging the possibilities of using this research tool abroad. The obtained results indicate that the territories of the Republic of Moldova and Ukraine over the plateau and lowland areas are delimited five agro-climatic rayons. The knowledge about current agro-climatic resources will contribute to correct territorial location of crops grown within the Dniester River Basin.

**Keywords:** climate change, agro-climatic zoning, meteorological stations, active air temperatures sums.

**Rezumat.** Sistemele Informaționale Geografice (SIG) se dovedesc a fi la etapa actuală un instrument eficient și veridic de cercetare. Acestea permit referențierea fenomenelor și proceselor naturale către coordonatele geografice reale, precum și utilizarea concomitentă a unui volum enorm de date, supuse analizei temporale și spațiale. În lucrare, pentru prima dată, are loc regionarea agroclimatică a teritoriului Republicii Moldova și a Ucrainei în limitele bazinului Nistru, lărgind astfel posibilitățile de utilizare a acestui instrument de cercetare peste hotarele țării. Rezultatele obținute denotă, că pe teritoriul Republicii Moldova și a Ucrainei în cadrul arealelor de podiș și câmpie se delimitează 5 raioane agroclimatic. Cunoașterea resurselor agroclimatic actuale va contribui la amplasarea corectă teritorială a culturilor agricole cultivate în cadrul bazinului Nistru.

**Cuvinte-cheie:** schimbarea climei, regionare agroclimatică, stațiuni meteorologice, suma temperaturilor active.

## Introducere

După gradul de aprovizionare cu umezeală și căldură necesare dezvoltării culturilor agricole, precum și după caracterul reliefului, teritoriul bazinului Nistru poate fi divizat în 10 zone – raioane agroclimatic – 5 dintre care aparțin zonelor montane și premontane. Această regionare a decurs în mai multe etape și reprezintă produsul lor final, generalizat. Cercetările respective sunt efectuate în premieră pentru arealul luat în studiu, suprafața bazinului Nistru constituind 68,627 km<sup>2</sup> și suprafața bazinului hidrografic – 72 100 km<sup>2</sup>. Coordonatele la izvorul râului sunt 46°21'N 30°14'E iar la vărsare 46°18'13.26"N 30°16'24.19"E, diferența de altitudine fiind de 1 000 m.

## Materiale inițiale și metoda cercetărilor

Prin utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice [1] în cercetările propuse, pentru prima dată s-a realizat regionarea agroclimatică a teritoriului inclus în cadrul bazinului Nistru, ce cuprinde teritoriul estic al Republicii Moldova și vestic al Ucrainei. La prima etapă, a fost creată baza informațională de date în cadrul programului Microsoft Excel, parte componentă a Microsoft Office Professional. Această bază informațională poate fi lesne transpusă și explorată în programele Statgraphics Centurion XV și ArcGis, pentru prelucrarea statistică a datelor și obținerea hărților digitale.

Cea de-a doua etapă a constat în elaborarea modelelor regresionale ce demonstrează dependența indicilor agroclimatici de altitudinea absolută a teritoriului, latitudinea și longitudinea geografică.

Coeficientul de determinare reprezintă indicatorul principal privind calitatea modelelor obținute. Concomitent cu valorile coeficientului de determinare, cu nivelul semnificației modelului în întregime, se urmărește și nivelul semnificației fiecărei variabile independente incluse în model. Dacă nivelul semnificației acestor valori depășește nivelul de credibilitate, atunci variabila dată se exclude din model. În acest context, se utilizează analiza regresiei multiple cu excluderea și includerea treptată a variabilelor.

Așadar, valoarea coeficientului de determinare pentru modelul regresional al sumelor temperaturilor active este destul de semnificativă și constituie 0,93. Iar fiecare factor fizico-geografic inclus în model demonstrează, la fel, și calitatea interpolării. Aceasta variază în limitele nivelului semnificației P de la 0,0003 altitudinea absolută la 0,1 latitudinea geografică.

Valoarea coeficientului de determinare pentru modelul regresional a sumelor precipitațiilor atmosferice constituie 0,65, coeficientul de corelare fiind mai mare de 0,8. Pentru fiecare factor fizico-

geografic inclus în model, nivelul semnificației (P) este de la 0,07 longitudinea geografică la 0,29 latitudinea geografică. Nivelul semnificației altitudinii absolute este mai înalt decât cel al latitudinii geografice și constituie 0,1.

În cazul minimului absolut al anului, valorile coeficientului de determinare constituie 0,52, ceea ce denotă un coeficient de corelare de peste 0,7. Valorile nivelului semnificației P sunt de la 0,02 longitudinea geografică la 0,1 – altitudinea absolută.

În cea de-a treia etapă au fost elaborate modelele cartografice care au stat în continuare la baza elaborării în mod automat a zonării sau raionării agroclimatice. Este cazul să se menționeze faptul că, la estimarea gradului de ariditate și în special a secetelor, Organizația Meteorologică Mondială propune utilizarea [3] Indicelui Standardizat al Precipitațiilor Atmosferice (SPI). Acest indice reprezintă echivalentul anomaliei standardizate a variabilei aleatoare de la norma climatică:

$$SPI = (x_i - x) / \sigma \quad (1)$$

(unde  $x_i$  și  $x$  reprezintă, corespunzător, valoarea meteorologică factologică și a normei climatice,  $\sigma$  - devierea standard).

Dar intensificarea procesului de aridizare pe o parte însemnată din cadrul bazinului Nistru influențează tot mai negativ fazele de ontogeneză și recolta culturilor agricole în anumiți ani concreți. De aceea ar fi cazul să se ia în calcul **Indicele perioadelor uscate ( $I_{zu}$ )**, propus de M. Nedealcov [2], care reprezintă coraportul dintre numărul zilelor uscate înregistrate în ani concreți și media lor multianuală, exprimat prin:

$$I_{zu} = \frac{\sum z_{u(v-vIII)}}{X_{zu(v-vIII)}}, \quad (2)$$

unde  $\sum z_{u(v-vIII)}$  semnifică suma zilelor uscate înregistrate în perioada (mai-august) când are loc creșterea și dezvoltarea intensivă a culturilor agricole,  $X_{zu(v-vIII)}$  – media multianuală a zilelor uscate (lunile mai-august).

Calificativele  $I_{zu}$  permit evidențierea gradului de ariditate a perioadelor cu zile uscate, prin creșterea valorilor sale. Astfel, în cazul  $I_{zu} = 2,1$  numărul zilelor uscate depășește dublu media multianuală a acestora, instalându-se o perioadă uscată semnificativă.

Drept indicator al „zilelor uscate” servește temperatura ridicată a aerului (>25°C) și umiditatea relativă scăzută (U<30%).

#### Analiza rezultatelor obținute

Așadar, pentru prima oară s-a realizat raionarea resurselor agroclimatice din cadrul bazinului

Nistru, studii necesare în asigurarea dezvoltării unei agriculturi durabile în regiune.

Repartiția spațială a sumelor temperaturilor active variază în limitele teritoriilor montane și premontane de la 800 la 2600°C. În zonele de podiș și câmpie acestea variază de la 2700-3800°C, lărgind esențial spectrul de cultivare a diferitelor grupuri de culturi agricole. Cele mai semnificative valori (3600°C- 3800°C) se înregistrează în extremitatea de sud-est a bazinului. Astfel, în cadrul zonelor de podiș și câmpie diferențierile spațiale sunt de 900°C și coincid cu cele evidențiate pentru teritoriul Republicii Moldova în întregime, ceea ce în mare măsură poate contribui la diversificarea paletii de cultivare a culturilor agricole.

Modelarea cartografică a sumelor precipitațiilor atmosferice din cadrul bazinului Nistru relevă că acestea variază în teritoriu de la 300-400 mm la 700-750 mm. În cea mai mare parte a suprafețelor de podiș și câmpie, unde suma temperaturilor active este pretabilă pentru dezvoltarea unei game mari de culturi agricole, precipitațiile atmosferice anuale constituie 500-550 mm.

Unul din principalii indicatori ai condițiilor de iernare este minimumul absolut al anului, deoarece de valorile acestuia depinde în mare măsură caracterizarea favorabilității iernării culturilor multianuale. Astfel, în depresiunile intermontane, media din minimumul absolut al anului calculat pentru perioada 1980-2013 variază între - 28...-24°C, în regiunile montane și premontane acesta este de -23...-21°C, iar în regiunile de podiș și câmpie -20...-16°C.

Compararea datelor obținute în urma modelărilor cartografice și ale celor observate demonstrează în general diferențieri neesențiale și sunt utile în raionarea agroclimatică de mai departe a bazinului râului Nistru.

În zona premontană și montană și în zona de podiș și câmpie se delimitează respectiv câte 5 raioane agroclimatice. Zona montană și premontană este exprimată prin codificarea numerică 0, 8, 7, 2, 6, iar restul teritoriului, adică teritoriile de podiș și câmpie – prin cifrele 1, 5, 9, 4, 3 (tabelele 1, 2).

Regionarea agroclimatică a teritoriului Republicii Moldova și Ucrainei cuprins în cadrul bazinului Nistru (fig. 2), delimitează în cadrul arealelor de podiș și câmpie următoarele zone sau raioane agroclimatice:

- **I raion agroclimatic (codul 1)** se caracterizează în teritoriu prin suma temperaturilor active de 2700°C, suma anuală a precipitațiilor atmosferice de 624 mm și media din minimumul absolut al anului de -22,1°C.

Tabelul 1

## Indicii de evaluare a resurselor agroclimatice din cadrul bazinului Nistru

Codul raioanelor agroclimatice	Pondere din suprafața totală a bazinului (%)	Suma anuală a precipitațiilor atmosferice, mm			Suma temperaturilor active, °C			Minimul absolut al anului, °C		
		Valoarea minimă	Valoarea maximă	Media multi-anuală	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Media multi-anuală	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Media multi-anuală
0	9,61	483,5	669,4	589,1	1686,1	3019,0	2374,9	-25,5	-20,8	-23,1
1	14,03	483,8	705,9	624,3	1683,6	3020,3	2700,7	-25,5	-20,7	-22,1
2	14,41	472,3	706,0	615,1	1668,6	3494,2	2756,7	-25,6	-18,1	-21,7
3	8,94	465,6	705,9	526,8	1652,1	3738,3	3331,1	-25,6	-16,6	-18,8
4	8,30	465,5	706,0	534,9	1640,1	3739,6	3274,8	-25,7	-16,6	-19,1
5	13,54	473,5	705,9	583,8	1620,1	3348,6	2916,0	-25,7	-18,9	-21,0
6	13,14	478,7	709,2	630,9	1634,2	3226,4	2605,5	-25,7	-19,6	-22,5
7	7,52	342,0	709,2	631,3	589,8	3197,0	2312,2	-29,6	-19,7	-23,7
8	5,71	340,6	638,7	550,4	589,8	3189,3	2784,4	-29,6	-19,8	-21,4
9	4,81	476,0	637,8	561,8	2851,0	3187,4	3059,8	-20,9	-19,8	-20,4

Tabelul 2

## Indicii de evaluare a resurselor agroclimatice din cadrul bazinului Nistru (teritoriile de podiș și câmpie)

Regionarea agroclimatică	Codul raionului din legendă	Suma anuală a precipitațiilor atmosferice	Suma temperaturilor active	Minimul absolut al anului
I raion agroclimatic	1	624,3	2700,7	-22,1
II raion agroclimatic	5	583,8	2916,0	-21,0
III raion agroclimatic	9	561,8	3059,8	-20,4
IV raion agroclimatic	4	534,9	3274,8	-19,1
V raion agroclimatic	3	526,8	3331,1	-18,8

• **II raion agroclimatic (codul 5)** se caracterizează în teritoriu prin suma temperaturilor active de 2916 °C, suma anuală a precipitațiilor atmosferice de 584 mm și media din minimul absolut al anului de -21,0°C.

• **III raion agroclimatic (codul 9)** se caracterizează în teritoriu prin suma temperaturilor active de 3060°C, suma anuală a precipitațiilor atmosferice de 567 mm și media din minimul absolut al anului de -20,4°C.

• **IV raion agroclimatic (codul 4)** se caracterizează în teritoriu prin suma temperaturilor active de 3275°C, suma anuală a precipitațiilor atmosferice de 535 mm și media din minimul absolut al anului de -19,1°C.

• **V raion agroclimatic (codul 3)** se caracterizează în teritoriu prin suma temperaturilor active de 3331°C, suma anuală a precipitațiilor atmosferice de 525 mm și media din minimul absolut al anului de -18,8°C.

Tabelul 3

Calificativele Indicelui Nedealcov al perioadelor uscate (*Izu*)

Valorile <i>Izu</i>	Calificativele <i>Izu</i>
0,1-1,0	perioadă normală
1,1-2,0	perioadă uscată moderată
2,1-3,0	perioadă uscată semnificativă
3,1-4,0	perioadă uscată periculoasă
>4,1	perioadă uscată excepțională

Tabelul 4

## Calificativele Indicelui standardizat al precipitațiilor atmosferice (SPI)

Valorile SPI	Calificativele SPI
0,99 < SPI < -0,99	perioadă normală
-1,0 < SPI < -1,49	secetă moderată
-1,5 < SPI < -1,99	secetă severă
SPI < -2,0	secetă extremă

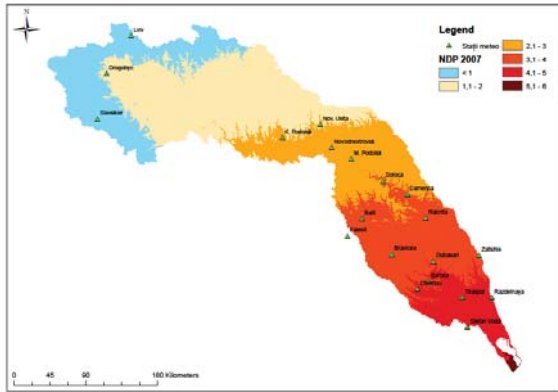


Fig. 1. Modelarea cartografică a Indicelui Nedealcov a perioadelor uscate (Izu) în anul 2007

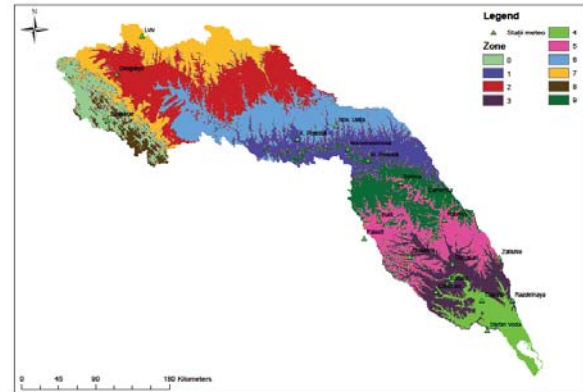


Fig. 2. Regionarea agroclimatică a teritoriului Republicii Moldova și Ucrainei inclus în cadrul bazinului Nistru

Rezultatele obținute denotă că modificarea doar a resurselor de căldură în cadrul acestei regiuni va contribui la deplasarea optimului termic spre nord a cultivarea culturilor termofile cum ar fi: soiurile târzii de viță de vie, piersic, cireș, cais, vișin (3500°C). Pentru unele culturi, precum porumbul (2200-2700°C), floarea-soarelui (1850-2300°C), zona de risc conform resurselor de căldură poate să dispară în totalmente. „Surplusul” sumelor temperaturilor active, dimpotrivă, va influența negativ procesul productiv al unor soiuri de grâu de toamnă (1400-1500°C). La apariția arealelor cu sumele temperaturilor de 3600-3800°C apar condiții termice favorabile în cultivarea unor noi culturi termofile.

Fără îndoială că, în acest context, resursele de umiditate actuale vor fi preponderent determinante, iar în unele cazuri vor servi ca factor limitrof de cultivare. Actualmente se observă o manifestare frecventă a perioadelor uscate îndelungate. De aceea a fost elaborat la nivel regional Indicele Nedealcov al perioadelor uscate (Izu), care în anumiți ani concreți reflectă gradul negativ de influență a secetelor în creșterea și dezvoltarea culturilor agricole.

Calificativele Indicelui Nedealcov a perioadelor uscate (Izu) sunt prezentate în tabelul 3.

Modelarea cartografică (fig. 1) a Indicelui perioadelor uscate (Izu) în anul 2007 relevă, că în cadrul bazinului Nistru perioadele uscate au avut o manifestare periculoasă și excepțională în decursul creșterii și dezvoltării culturilor agricole (lunile V-VIII), cu precădere în raioanele agroclimatice II, III, IV și V.

Astfel, pe teritoriul Republicii Moldova productivitatea unor culturi cerealiere (porumb) și tehnice (floarea-soarelui) a fost cea mai scăzută în ultimii 53 de ani (1960-2012), fiind determinată anume de instalarea unei perioade uscate îndelungate pe parcursul lunilor mai-august, fapt care a și condiționat randamentul scăzut al productivității

acestor culturi. Recolta grâului de toamnă înregistrată în 2007, la fel, a fost una dintre cele mai scăzute, plasându-se pe locul IV în topul anilor cu recolte mici.

Modelarea cartografică a Indicelui standardizat al precipitațiilor atmosferice elaborat pentru luna iulie 2007, spre exemplu, denotă că în această lună culturile agricole în cel de-al IV-lea și al V-lea raion agroclimatic s-au dezvoltat în condiții de secetă severă și extremă (tab. 4).

În concluzie, constatăm că specificul manifestării aridității în bazinul Nistru, caracterul extrem de variabil al sistemului climatic actual, precum și ritmul accelerat al schimbărilor climatice, impune luarea în considerație a unui volum imens de date, fără identificarea și analiza complexă a acestora fiind imposibilă reflectarea adecvată a resurselor agroclimatice din regiune. În acest context, Sistemele Informaționale Geografice reprezintă tehnologiile cele mai aplicabile și utile în efectuarea unor asemenea investigații. Resursele agroclimatice actuale condiționează luarea în considerație a unor noi indici (SPI, Izu) în evaluarea gradului de ariditate, cu scopul minimizării consecințelor aridizării climei asupra creșterii și dezvoltării culturilor agricole.

#### Bibliografie

1. Nedealcov M., Railean V., Chirică L., Cojocari R., Sirbu R., Coiceanu A., Rusu V. Atlasul „Resursele climatice ale Republicii Moldova”. Chișinău, 2013. Editura „Știință”. 80 p.
2. Nedealcov M. Resursele agroclimatice în contextul schimbărilor de climă. Tipografia „Alina Scorohodova”, 2012, Chișinău, 306 p.
3. McKee T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, 233-236.