

REZERVELE EXPLOATABILE ALE APELOR SUBTERANE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Doctor habilitat în geologie **Constantin MORARU**
Institutul de Geologie și Seismologie

EXPLOITABLE RESERVES OF THE GROUNDWATER FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Summary. In the frame of the Republic of Moldova groundwater safe yield have been estimated by different specialists in hydrogeology for 1962, 1972, 2001, 2013 years. A statistical uncertainty is characteristic for determination of the volume of potable groundwater within the hydrodynamically active zone. The difference between safe yield calculus is dependent on the degree of hydrogeological exploration. At present the country uses minimal volume of groundwater, which comply with the period of 1955–1960 years. In the same time regeneration of groundwater resources take place.

Keywords: groundwater, safe yield, hydro geodynamic methods.

Rezumat. Rezervele exploatabile ale apelor subterane din teritoriul Republicii Moldova au fost estimate de diferiți specialiști hidrogeologi la nivelul anilor 1962, 1973, 1981, 2001 și 2013. Analiza acestor calcule, în mod convingător, arată existența unei incertitudini statistice în evaluarea volumului de apă potabilă subterană în cadrul zonei hidrogeologice cu regim hidrodinamic activ. Diferența între variantele determinării rezervelor exploatabile este legată de gradul de explorare hidrogeologică. Studiul regimului exploatării acviferelor demonstrează că în prezent țara folosește cantități minime de apă subterană, care corespund nivelului anilor 1955–1960. Concomitent are loc regenerarea rezervelor hidrostructurilor subterane.

Cuvinte-cheie: apă subterană, rezerve exploatabile, metode hidrogeodinamice.

INTRODUCERE

În limitele Republicii Moldova apele subterane se folosesc din cele mai vechi timpuri. Calculul volumului de apă disponibil dintr-un acvifer pe termen lung a fost necesar odată cu apariția utilizării centralizate a apei (în cantități mari și prin apeeducte). În concepția modernă, acest volum de apă, așa-numitele rezerve de exploatare (sau exploatabile, RE) reprezintă cantitatea maximă de apă care poate fi extrasă dintr-un strat acvifer, fără a schimba echilibrul hidrogeodinamic [1, 2, 3].

În Republica Moldova rezervele exploatabile au fost calculate numai pentru acviferele interstratale (fără apele freatiche) care conțin cantități mari de apă. Ultimele calcule oficiale ale rezervelor de exploatare a apelor subterane au fost realizate în anul 1981 în baza datelor de până la 1978 (au trecut 40 de ani!) [4]. Datele acestor estimări sunt folosite până în prezent. În majoritatea cazurilor volumul rezervelor de apă este exagerat sau nu corespunde cerințelor moderne de utilizare. În acest context, reestimarea rezervelor apelor subterane se constituie într-o problemă hidrogeologică de primă importanță pentru Republica Moldova. Procesul dat este dependent de gradul de explorare hidrogeologică, calitatea materialelor inițiale, metodologia calculelor și nivelul profesionist al

executorilor/cercetătorilor în domeniu. Primul pas în această direcție este analiza lucrărilor și rezultatelor precedente referitoare la estimarea rezervelor de exploatare a apelor subterane. Acestui subiect îi este dedicată prezenta lucrare.

MATERIALE ȘI METODOLOGIE

Analiza estimării rezervelor exploatabile ale apelor subterane din Republica Moldova a fost efectuată în baza lucrărilor [5, 6, 7, 8, 9, 10, 4]. Viziunea modernă despre structura hidrogeologică este expusă conform lucrărilor publicate [11, 12, 13, 14, 15]. Sinteza metodologiilor determinării rezervelor apelor subterane s-a efectuat conform unui spectru de teorii în domeniu [16, 1, 2, 17, 3, 18, 19, 20]. Pentru teritoriul interfluviului Prut – Nistru modelul ModFlow a fost întocmit în baza metodologiei [21].

STRUCTURA HIDROGEOLOGICĂ A REPUBLICII MOLDOVA. GENERALIZĂRI

Cu scopul perceperii subiectului abordat, în această lucrare condițiile hidrogeologice și de formare a rezervelor apelor subterane sunt descrise în mod schematic, preponderent în aspect regional.

Apele subterane ale Republicii Moldova sunt parte componentă a unui bazin artezian regional care se

extinde și după hotarele țării. Kamenskii [22], Frolov [10], Babinet [23], Zelenin [24], Moraru [14, 15, 25] propun diverse denumiri și dimensiuni ale bazinului artezian. În prezent, noțiunea structurală *Bazinul artezian al Pre-Mării Negre în limitele depresiunii Neogene* [26] este unitatea folosită în cercetările și explorările hidrogeologice [12, 13, 14, 15]. Această denumire structurală hidrogeologică este utilizată și de hidrogeologii ucraineni [19]. Hidrogeologii români, pentru teritoriul până la Carpații Orientali (partea estică), folosesc alte noțiuni structurale hidrogeologice [27, 28].

În cadrul părții de sud-vest a Bazinului artezian al Pre-Mării Negre (teritoriul geografic al Republicii Moldova) sunt dezvoltate două sisteme hidrogeologice în care s-au cantonat apele freatice și apele subterane interstratale (adânci). Aceste sisteme subterane acvatice sunt complet diferite după geneză, proprietățile hidrogeodinamice, hidrogeochimice și hidrogeoeologice [11, 26, 29, 13, 15].

Apele freatice sunt cantonate în primele acvifere cu nivel liber de la suprafața terestră și sunt accesibile prin intermediul fântânilor și izvoarelor. Rocile acvifere, preponderent, sunt formațiuni litologice ale Quaternarului, iar în unele locuri, unde lipsește cuvertura quaternară, pot fi și alte structuri geologice. Grosimea stratelor acvifere este extrem de variabilă și se află în intervalul mediu 0,0-20,0 m. Debitul excavațiilor artificiale (fântâni, sonde) și al curgerilor naturale (izvoare, zone umede) nu este stabil în timp și constituie 0,01 – 1,0 l/s (în rare cazuri poate fi mai mare). Calitatea apei este pestriță după valoarea mineralizării (0,6 – 3,0 g/l și mai mult) și după tipul hidrogeochimic – de la hidrocarbonatică sulfuroasă cu sodiu până la clorică sulfuroasă cu calciu și magneziu (după clasificarea Kurlov). În majoritatea cazurilor (95% din 100%), calitatea apei nu corespunde normativelor sanitar-igienice locale și internaționale de apă potabilă. Particularitățile acviferului freatic permit utilizarea apei pentru activitatea gospodăriilor individuale. De menționat că în cca 90% din ariile rurale ale Republicii Moldova acviferul freatic este unica sursă necentralizată de apă potabilă și tehnică.

Apele subterane interstratale (sau adânci) sunt răspândite pe tot teritoriul țării și depozitate în acvifere și complexe acvifere. Stratele (complexele) acvifere sunt cantonate în roci granulare sau fisurate, de diferite vârste geologice. Acviferele interstratale posedă proprietăți hidrogeodinamice și hidrogeochimice atât în plan orizontal, cât și vertical. Cea mai importantă este zonalitatea verticală, potrivit căreia, sub aspect hidrogeodinamic, acviferele se repartizează

în trei zone (de sus în jos): zona schimbului activ al apei (cu recirculație), zona schimbului lent și zona schimbului pasiv. Acviferele care conțin apă potabilă sunt situate numai în zona cu recirculație activă a apei. În componența zonei sunt apele freatice, acviferele Ponticianului, Meoticianului, Sarmațianului superior, mediu și inferior, Cretacicului (partea centru-nord) și Silurianului (partea centru-nord). Grosimea acestei zone crește de la nord (cca 10,0 m) spre sud (cca 550,0 m) [13]. Zonele cu recirculație (schimb) lentă și pasivă nu conțin ape potabile, se află la adâncimi mari și numai în unele teritorii ale țării. Aceste zone prezintă un interes industrial deosebit (ape geotermale, minerale, industriale cu mineralizarea de la 3,0-10,0 până la 60,0-130,0 g/l) și nu sunt analizate în cadrul lucrării prezente.

A doua zonalitate a apelor subterane interstratale este cea hidrogeochimică-hidrogeotermică. Un parametru integral al calității apei este mineralizarea, care crește funcțional odată cu adâncimea poziției acviferului (sau acviferelor). În zona cu recirculație activă a apei valoarea mineralizației constituie cca 1,0 g/l (în unele cazuri 1,0-3,0 g/l), în zona cu schimb lent al apei – cca 10,0-30,0 g/l și în zona cu recirculație pasivă – cca 30,0-130,0 g/l și mai mult. Concomitent se schimbă și tipul hidrogeochimic, de la hidrocarbonatică cu sodiu până la clorică cu calciu (după clasificarea Kurlov). De asemenea, odată cu adâncimea cresc concentrațiile de microelemente (iod, brom, bor, stronțiu, litiu etc.) și ale gazelor naturale dizolvate în apă (heliu, metan, hidrogen, hidrogen sulfurat etc.). Temperatura apei are aceleași proprietăți – crește odată cu adâncimea poziției acviferului: în zona cu recirculație activă până la 20 °C, în zona lentă până la 20,0-50,0 °C și în zona pasivă peste 50,0 °C.

În plan orizontal, acviferele interstratale conțin zonele de alimentare cu apă, de tranzit și de descărcare. Preponderent, alimentarea acviferelor are lor în partea de nord a țării și-n Podolia ucraineană, însă există și arii locale pe tot teritoriul. În spațiu regional, direcția principală a fluxului apelor subterane este orientată de la nord spre sud și sud-est [30, 24]. Harta nivelului piezometric al apelor interstratale confirmă că principalele resurse ale acviferelor captive se formează nemijlocit pe acest teritoriu, fiind limitate geografic de râurile Prut și Nistru. Fluxul apelor subterane dinspre Carpați și teritoriul Ucrainei practic lipsește sau este neînsemnat [24].

Hidrostructurile zonei cu recirculație activă a apei posedă presiune hidrodinamică, apele sunt ascensionale și arteziene. Acviferele zonelor cu regim lent și pasiv posedă presiune foarte mare (sute de metri). Acest fapt contribuie la alimentarea as-

ensională a zonei cu recirculație activă cu ape din etajele hidrogeologice inferioare, prin intermediul rupturilor tectonice [14, 15]. De regulă, apa din alimentările ascensionale este mineralizată (> 3 g/l) și participă la schimbarea regimului hidrogeochimic al acviferelor cu apă potabilă.

Rezervele apelor subterane interstratale au fost calculate numai pentru acviferele zonei cu recirculație activă a apei. Aceste rezerve sunt dinamice în timp sau regenerabile (în geologie e o proprietate naturală unică a zăcămintelor minerale, caracteristică numai pentru apa subterană).

ANALIZA CALCULELOR REZERVELOR APELOR SUBTERANE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Oficial (sau confirmate de Comisia de Stat Rezerve Minerale), estimarea RE a apelor subterane în R. Moldova a fost efectuată în anii 1962 și 1981. Pe lângă aceste estimări oficiale, RE au fost calculate și în cadrul unor cercetări științifice care prezintă interes practic.

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 1962. Lucrările și cercetările hidrogeologice pentru estimarea RE au fost efectuate de colectivul de autori Stasev, Korobko și Balakina [8]. Aceasta a fost prima estimare oficială a potențialului apelor subterane potabile pentru țară.

Pentru calculele RE a fost folosită metoda hidrogeodinamică. În secțiunea hidrogeologică au fost evidențiate și studiate acviferele vârstelor Pontician Meotician, Sarmațian mediu, Sarmațian inferior și Cretacic. Tot teritoriul țării a fost împărțit în șapte raioane hidrogeologice.

În urma calculelor regionale, rezervele exploatabile a patru acvifere au fost evaluate la 13 878,53 l/sec sau 1 199 105,07 m³/zi categoria C₂. În condițiile exploatareii reale, apele subterane se foloseau cu 1 248,9 l/sec sau 107 904,96 m³/zi. RE au fost de cca 11 ori mai mari decât necesitățile anului 1962. Calitatea apei a fost estimată doar după valoarea mineralizării (admis 1,0 g/l).

Comisia centrală pentru rezerve de ape subterane a ex-URSS a redus RE pentru Moldova în cantitate până la 8,8 m³/sec, echivalentul a 760 320 m³/zi ori, sau cu 37% din calculele inițiale. Motivația a fost calitatea apei în unele raioane hidrogeologice, care nu corespundea normativelor sanitare și igienice (concentrații majorate de fluor, sulfati ș.a.).

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 1973a. Zelenin și al. [31] au efectuat o analiză specializată a calculelor RE din anul 1962 [8]. După cum au conchis autorii acestei lucrări, calculele RE în anul 1962 au avut un caracter superficial și nu reflectau situația hidrogeologică reală.

Astfel că Zelenin și al. [31] propun o variantă nouă de calcul a RE de ape subterane pentru R. Moldova. Evaluarea RE s-a efectuat în baza metodologiei debitelor prizelor de apă subterană amplasate în localitățile mari din țară. Acvifere productive și optime au fost considerate cele care se exploatau. În partea de nord și centru – acviferul Sarmațianului inferior și Cretacic, la sud – acviferul Sarmațianul mediu și Ponticianul, iar în extremitatea nordică a țării s-au selectat apele subterane din rocile Paleozoice.

Zelenin și al. [31] au determinat valorile RE de ape subterane ca fiind următoarele: 1) RE₁ aprobate de comisia teritorială a Moldovei (pentru centre locative mari) – 540 004, 0 m³/zi; 2) RE₂ prognostice (pentru centre locative mari) – 1 519 003,0 m³/zi; 3) RE₃ prognostice pentru bateriile de sonde – 564 850,0 m³/zi. Autorii [31] nu comentează valorile calculate ale RE. Aceste calcule au demonstrat că debitul existent al bateriilor de sonde constituie 70 015 m³/zi, fiind de cca 7,7 ori mai mic decât RE₁ sau de cca 22 de ori mai mic decât RE₂. Valorile RE₁, RE₂ și statistic reprezintă același volum de apă subterană.

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 1973b. Ziliberg [7], în baza unui contract economic cu Expediția Hidrogeologică Moldovenească și Institutul de Proiectare PNIIS (Moscova), în perioada 1971–1973 efectuează estimarea RE a apelor subterane pentru teritoriul de nord al R. Moldova (până la linia Ungheni – Orhei). În această lucrare s-a folosit modelarea analogică la mașinile electrice prin intermediul ecuațiilor analogice ale curentului electric și ale fluxului apelor subterane.

Autorul [7] a modelat variabilitatea RE în timp prin valoarea S_{ad} (denivelarea admisibilă a nivelului apei) și nu aduce valori numerice concrete a RE. În ansamblu, această lucrare de pionierat a modelării hidrogeologice (pentru anul 1973) a demonstrat că în partea de nord a țării, RE ale acviferelor productive sunt suficiente. De asemenea, a fost argumentată numeric și prin modelare ideea importanței resurselor naturale în menținerea RE a acviferelor.

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 1982. Saraevskii [4] și o echipă de cercetători de la Institutul VSEGINGEO [32] estimează, în anul 1982, pentru a doua oară oficial RE ale acviferelor productive din teritoriul republicii. Aceasta estimare s-a efectuat în baza datelor hidrogeologice complexe obținute până în anul 1979. Principalele aspecte metodologice au fost următoarele: 1) metoda de calcul – modelarea analogică la mașina electrică USM – 1 pentru teritoriile explorate bine; 2) pentru unele teritorii a fost aplicată modelarea matematică la calculatoarele ES – 1022 și 3) în unele cazuri s-a folosit metoda hidrogeodinamică (variante analitică).

Tabelul 1

Rezervele exploatabile ale apelor subterane în perimetrul Republicii Moldova

Zona	Indicele acviferului	Rezervele de apă subterană, mii m ³ /zi
Nord (până la latitudinea or. Orhei)	N ₁ b-N ₁ S ₁	138,1
	K ₂ -S	132,5
Centru (până la latitudinea or. Hâncești)	N ₁ b-N ₁ S ₁	252,7
Sud	N ₁ S ₁₋₂	129,4
	S ₁	150,1
Lunca râului Nistru	R-Pz	17,2
	K ₂ -S	15,0
	N ₁ b-N ₁ S ₁₋₂	1 467,6
	aQ _{IV}	158,6
Lunca râului Prut	aQ _{IV}	81,6
Total	-	2 542,8

Informația despre calculele finale ale RE sunt sumarizate în tabelul 1. În scopul respectării cerințelor standardului „Apă potabilă” (ГОСТ Вода питьевая, СССР, 1982) rezervele apelor subterane au fost grupate în categoriile *Corespund*, *Corespund convențional* și *Nu corespund* normelor sanitaro-igienice.

Categoriile au fost evidențiate prin suprapunerea hărților rezervelor de apă și raionării hidrogeochimice. Potrivit acestora, resursele de apă s-au repartizat în felul următor: *Corespund* – 733,7 mii m³/zi; *Corespund convențional* – 1 306 mii m³/zi și *Nu corespund* – 503,1 mii m³/zi. Estimările în cauză sunt în vigoare până în prezent.

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 2001. O altă estimare a rezervelor de ape subterane în teritoriul R. Moldova a fost elaborată de Moraru [5]. Metodologia acestei estimări este complet diferită de cele precedente și este bazată pe algoritmul modelului ModFlow [21]. În procesul modelării ModFlow au fost folosite următoarele aspecte metodologice: a) teritoriul modelat – toată aria R. Moldova în granițele ei geografice; b) mediul hidrogeologic modelat – toată zona hidrogeodinamică cu recirculație activă a apei, și anume acviferele Pontician, Meoțian, complexul Sarmațian și complexul Cretacic-Silurian; c) dimensiunea modelului: rânduri 135, coloane 109, volumul elementar modelat 2500 x 2500 m. Scara topografică a modelului este 1 : 200 000. Modelul posedă caracteristici „telescopice” – poate fi mărit sau micșorat la diverse scări topografice; d) modelarea a fost efectuată în două etape: prima a reieșit din condițiile naturale, fără exploatare regională a acviferelor (până în anul 1961) sau „stady state”; a doua – din condițiile de exploatare regională a acviferelor sau „developo-

ment period” (după 1961 cu reperi la anii 1980, 2000 și 2020).

Parametrii apelor subterane, conform modelării ModFlow, sunt următorii: a) resurse naturale (sau dinamice) ale acestora echivalează cu 10 313 987,00 m³/zi sau 3,76 km³/an; b) rezervele potențiale exploatabile ale apelor subterane sunt de 4 331 874,54 m³/zi sau 1,58 km³/an.

Rezerve exploatabile de ape subterane, anul 2013. În acest an o echipă internațională de hidrogeologi pregătesc harta hidrogeologică E5 București, ca parte integrantă a hărții hidrogeologice a Europei. În cadrul acestei foi topografice (E5), la scara 1 : 1 500 000 sunt incluse parțial teritoriile Bulgariei, României, Turciei, Ucrainei și tot teritoriul Republicii Moldova. Moraru [5, 9] este autorul cartografierii hidrogeologice a teritoriului țării noastre. Pentru harta hidrogeologică a Europei productivitatea acviferelor constituie parametru principal supus cartării. Conform recomandărilor conferințelor internaționale (Paris, 1973 și Stockholm, 1976) acviferele cu debitul sondelor până la 2,0 l/s sunt considerate slab productive, iar cu intervalul 2,0-5,0 l/s – moderat productive.

Tot teritoriul R. Moldova se caracterizează printr-o productivitate moderată a acviferelor sau 2,0-5,0 l/s. Această productivitate constituie 7,2-18,0 m³/ora sau 172,8-432,0 m³/zi. Valoarea medie a productivității acviferelor (Q_m) este de 216,0 m³/zi (Q_m = 216,0 m³/zi). Conform metodologiei de calcul [2, 17, 3] RE constituie 3 729 888 m³/zi (circa 3 730 000 m³/zi) sau 1,36 km³/an. Această valoare reprezintă RE prognostice ale apelor subterane înmagazinate în zona hidrogeodinamică cu recirculație activă a apei în cadrul Republicii Moldova.

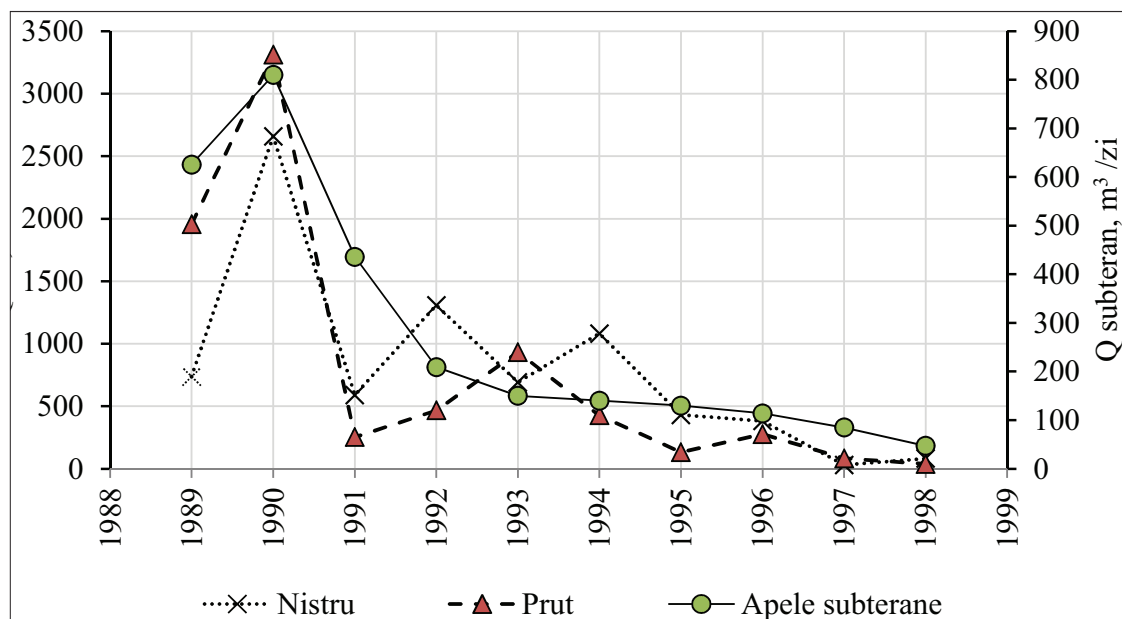


Figura 1. Variațiile debitelor (Q) prizelor apelor de suprafață și subterane.

DINAMICA EXPLOATĂRII APELOR SUBTERANE

În perioada sovietică, acviferele interstratale au fost exploatate intensiv [6, 24, 32, 4]. Până acum, apele subterane sunt exploatate din cca 103 zăcăminte, răspândite neuniform pe teritoriul țării (AGeoRM, 2017). După anul 1992, economia țării a trecut brusc de la planificarea centralizată la modul de gospodărire privată. Această schimbare politică a contribuit esențial la diminuarea radicală a folosirii resurselor acvatice (de suprafață și subterane). În figura 1 se vede, fără o analiza specializată, micșorarea bruscă a volumului de apă din râurile Prut și Nistru și din acvifere pentru perioada 1989–1998, care statistic este același și în prezent.

În figura 2 este sumarizat volumul de apă subterană extras în perioada anilor 1957–2016. Datele expuse sunt o parte a unui trend funcțional și exprimă reducerea drastică a consumului de apă subterană în Republica Moldova. În prezent, din acviferele productive se extrage apă în volum de cca 125-130 ml. m³/an. Acest volum de apă corespunde perioadei anilor 1955–1960. Reducerea folosirii volumului de apă subterană are o influență pozitivă asupra rezervelor acviferelor. Începând cu anul 2000, în cadrul acviferelor interstratale se atestă creșterea nivelului apelor și, corespunzător, restabilirea rezervelor naturale ale apelor subterane (figura 3). Acest proces este rar în practica hidrogeologică internațională și-i caracteristic teritoriilor cu dezvoltare redusă a economiei sau cu dezastră antropogene (de exemplu, aria Cernobâl, Ucraina).

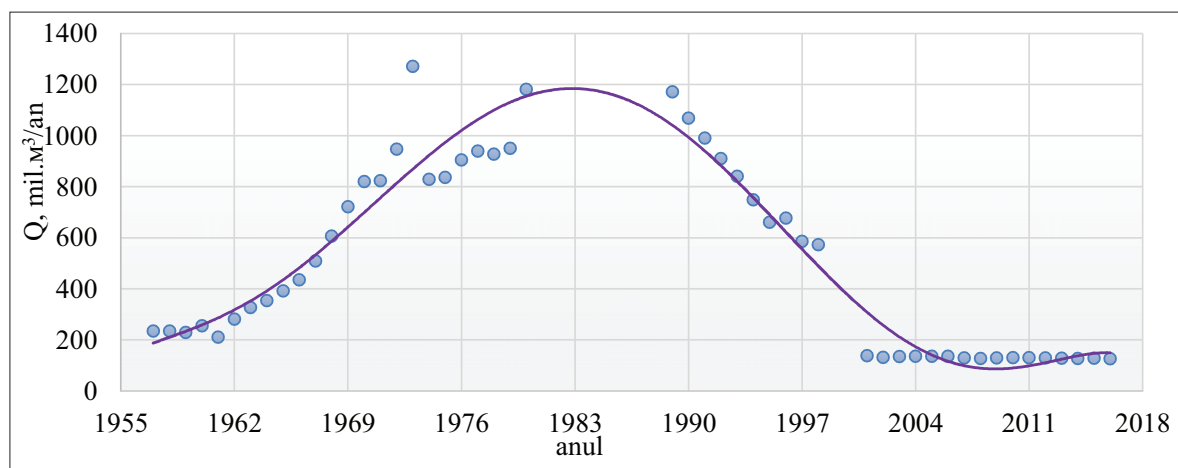


Figura 2. Dinamica consumului de apă subterană (Q) în Republica Moldova (puncte – volumul de apă pentru perioada de timp; curba – aproximarea statistică a volumului de apă).

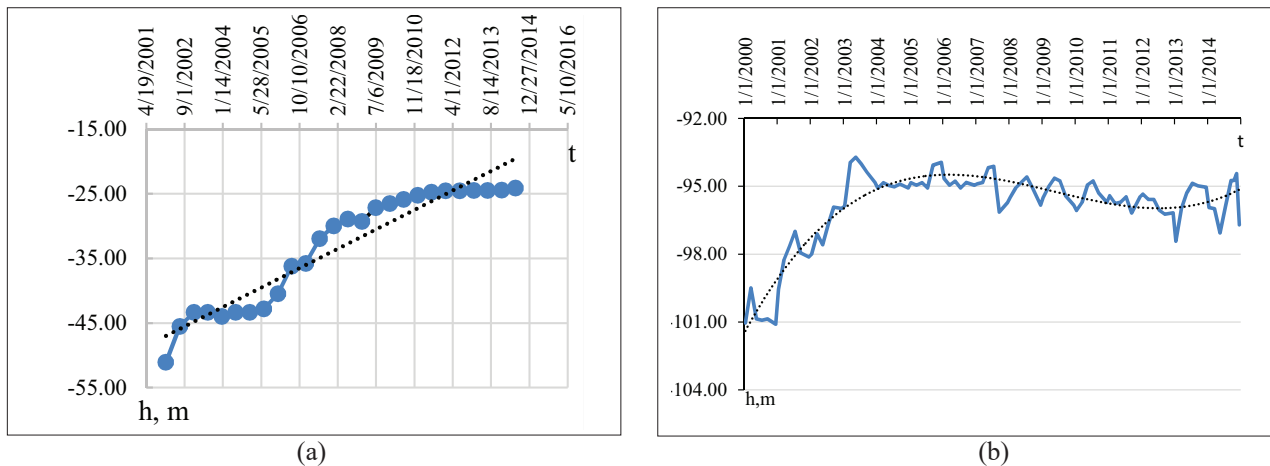


Figura 3. Variațiile nivelului apei (h) – timp (t) în sondele hidrogeologice de monitoring.
(a – sonda 9-199, s. Singureni, Râșcani, Cretacic – Silur; b – sonda 26-218, or. Cimișlia, Sarmațian mediu – inferior).
Sursa: AGeoRM, 2016.

DISCUȚII ȘI CONCLUZII

Explorările geologice precedente și cercetările științifice demonstrează faptul că hidrosfera subterană a Republicii Moldova este complexă atât ca structură, cât și ca proprietăți hidrodinamice. Referitor la evaluarea rezervelor apelor subterane sunt importante următoarele constatări:

a) Stratele acvifere sunt evidențiate și numite după vârsta stratelor geologice. Acest fapt nu corespunde totalmente condițiilor hidrogeologice.

b) Parametrii hidrodinamici (debitul sondelor, coeficientul de filtrație și transmisivitatea rocilor acvifere ș.a.) sunt foarte variabili în spațiu, chiar la distanțe mici [29]. Geochimia apelor subterane este dependentă de sistemul de echilibru apă-rocă și de randamentul de regenerare a rezervelor acviferelor [27]. Productivitatea acviferelor nu este constantă în timp și-n spațiu geologic [29, 15].

c) Nivelul actual de studiu al acviferelor este diferit atât în plan regional, cât și în secțiuni hidrogeologice concrete. Evidențierea hidrostructurilor se efectuează

prin operațiuni geofizice sau carotaj standard, care în majoritatea cazurilor este folosit numai pentru selecția intervalului instalației filtrului în sonda. Ca rezultat, se admit erori în identificarea corectă a acviferului și în perspectivă se creează un mediu de generare a greșelilor privind corelarea și interpretarea datelor hidrogeologice.

d) Procedura schematizării condițiilor hidrogeologice, în unele variante de evaluare a RE, este foarte generalizată. Esențiale sunt condițiile hidrodinamice: forma acviferului în spațiu, granițele hidrodinamice și relația cu resursele naturale ale acviferului. În ansamblu aceste condiții permit selecția metodei de estimare a RE.

Aceste specificări hidrogeologice sunt caracteristice nu numai pentru Republica Moldova, ci poartă un caracter global. Evaluarea probabilității existenței volumului exploatabil de apă subterană este destul de dificilă. Această probabilitate depinde funcțional de gardul de explorare hidrogeologică (categoriile de rezerve A, B, C₁, C₂, P₁, P₂ și P₃). Unica soluție pentru minimizarea influenței gardului de explorare hi-

Tabelul 2

Determinarea rezervelor exploatabile ale apelor subterane potabile din teritoriul Republicii Moldova, în granițele sale geografice, anul 2018

Metoda și anul	Rezerve potențiale de apă subterană(RP), m ³ /zi	Rezerve exploatabile (RE), m ³ /zi
Stasev și al. (1962)	1 199 105,00	760 320,00
Zelenin și al. (1973)	1 500 003,00	540 004,00
Saraevskii și al. (1982)	2 542 800,00	733 700,00
Moraru și al. (2001)	4 331 874,54	1 819 387,00*
Moraru (2013)	3 729 888,00	1 566 553,00*

Comentariu: *calculul s-a efectuat cu coeficientul parțial $a = 0,42$.

drogeologică se ramifică în două direcții: i) explorări hidrogeologice noi și costisitoare și ii) schematizarea reușită a condițiilor hidrogeologice regionale care în final corespund concepției de evaluarea a RE. Poziția (ii), de regulă, este o cercetare științifică complexă.

Sumarul calculelor RE ale apelor subterane este expus în tabelul 2. Datele din tabelul 2 prezintă volumul RE potențiale (RP) și exploatabile (RE) de apă subterană. Valoarea coeficientului (a) poate fi determinată prin metode hidrodinamice (cu parametrii problematici și cu caracter probabilistic) sau prin metoda analogică. Metoda analogică este mai sigură în cazul R. Moldova. Situații analogice pot fi considerate estimările RE din anul 1962 Corobco și al. [10], Zelenin și al. din 1973 [31] și Saraevskii și al. din 1982 [32]. Procedura calculului coeficientului (a) este expusă în formula $a = RE/RP$ (tabelul 2). Valoarea medie $a = 0,42$. Valoarea coeficientului parțial (a) poate fi majorată, dacă vor fi corecții la condițiile regionale hidrogeochimice (calitatea apei).

Concepția structurii hidrogeologice moderne a Republicii Moldova este preponderent axată pe date veridice obținute până la 1992. După acest an, explorări hidrogeologice regionale nu au avut loc. Informația referitoare la volumul de apă subterană folosit în economia națională este cu caracter probabil. Acest fapt este cauzat de lipsa datelor reale referitoare la numărul de prize de apă subterană și la statistica republicană cu privire la volumul de apă utilizat. Dacă analizăm dinamica folosirii apelor subterane (figura 2), observăm că începând cu 2001 volumul de apă este între câteva limite foarte apropiate (sursa – compania „Apele Moldovei”, 2017). Aceste date sunt cu o credibilitate inferioară și dinamica folosirii apei în perioada 2001–2016 nu corespunde funcției multianuale. Este certă situația: apa subterană se extrage în cantități mici comparativ cu toată perioada de evidență. Un indicator sigur este restabilirea nivelului (sau a rezervelor) acviferelor zonei cu recirculație activă a apei (figura 3).

Integral, rezervele exploatabile ale apelor subterane se prezintă astfel:

1) Volumul rezervelor exploatabile ale acviferelor productive este determinat probabilistic. Acest volum de apă alcătuiește un interval statistic cu valorile 2,5-4,4 milioane m^3/zi sau 0,9-1,6 km^3/an . Resursele naturale ale acestor acvifere constituie la maxima statistică 10 313 987,00 m^3/zi sau 3,76 km^3/an (conform modelului ModFlow, 2001).

2) Ținând cont de calitatea apei (surplus de F, Se, Sr, mineralizare ș. a), rezervele exploatabile ale acviferelor sunt reduse prin coeficientul $a = 0,42$. În așa mod, rezervele reale de exploatare a apei potabile vor con-

stitui 1,0-1,85 milioane m^3/zi sau 0,38-0,67 km^3/an . Resursele naturale rămân la aceleași valori, iar raportul resurse naturale/rezerve exploatabile variază în intervalul 5,61-9,89 sau de atâtea ori este mai mare alimentarea acviferelor comparativ cu volumul de exploatare.

3) Apa subterană în țara noastră se exploatează centralizat începând cu anii 1950. Cea mai intensă perioadă de folosire a apei a fost intervalul anilor 1960–1992 (maximum cca 900 000 de milioane m^3/an). În prezent, volumul de apă folosit în economie și-n activitatea socială a țării constituie cca 120 de milioane m^3/an sau 0,12 km^3/an . Din intervalul de rezerve de exploatare volumul de apă extras constituie intervalul parțial 3,1-5,6 sau 31% (minimum) și 56 % (maximum) rezerve în stoc nefolosite.

4) În prezent, acviferele regenerează rezervele de apă subterană. Republica Moldova posedă rezerve de apă subterană interstratală în cantități suficiente pentru a fi folosite și în alte ramuri ale economiei naționale și ale necesităților sociale. Această situație poate fi și mai optimistă, dacă vor fi luate în considerare și rezervele acviferelor freatiche.

5) O lămurire mai concretă este posibilă numai în cazul reestimării rezervelor apelor subterane, ținând cont de tehnologiile moderne de calcul, precum și de condițiile specifice hidrogeologice și hidrogeochimice ale părții de sud-est a bazinului artezian al Pre-Mării Negre.

Mulțumiri. Pentru realizarea prezentei lucrări autorul a beneficiat de sprijinul financiar prin intermediul Proiectului 15.817.02.10F înscris în Registrul de stat al proiectelor din sfera științei și inovării a Republicii Moldova. Autorul aduce sincere mulțumiri col. șt. stagiar Natalia Derevenco pentru îngrijirea tehnică a lucrării. De asemenea, autorul mulțumește recenzenților anonimi care au contribuit la îmbunătățirea conținutului lucrării cu observațiile și recomandările utile.

BIBLIOGRAFIE

1. Castany G. Prospekțiunea și exploatarea apelor subterane. București: Editura Tehnica, 1972, 672 p.
2. Биндеман Н. Н., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра, 1970. 112 с.
3. Бочеввер Ф. М. Расчеты эксплуатационных запасов подземны вод. М.: Недра, 1969. 101 с.
4. Шараевский Л.П. Закономерности формирования эксплуатационных запасов подземных вод междуречья Днестр – Прут. /Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук/ – М., 1984. 222 с.
5. Moraru C. et all. International Hydrogeological

- Map of Europe 1:1,500,000. E-5_Bucuresti (Republic of Moldova, author Moraru C.), 2013/ http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/laufend/Beratung/Ihme1500/ihme1500_projektbeschr_en.html?nn=1548136. IHME1500.
6. Moraru C. et al. Ground water and land use. In: Prut Basin water management, TACIS Project, 2000, 150 p.
 7. Зильберг В. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод на территории северной половины Молдавской ССР методом моделирования. Отчет, фонды ПНИИИС, Москва, 1973. 134 с.
 8. Moraru C. and Anderson J. A comparative assessment of the ground water quality of the Republic of Коробко Б.А., Балакина М.А., Стасев М.П. Отчет по региональным оценкам эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод Молдавской ССР. Кишинев: АЖеоМ, 1962. 180 с.
 9. Морару К. Е. О гидрогеологической карте Европы, лист Е – 5, Бухарест (территория Республтки Молдова). În: Problemele ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective. Culegere de materiale. Ch.: Vasiliana'98, 2016, p. 569-572.
 10. Фролов Н. М. Подземные воды западной части Причерноморского артезианского бассейна. М.: АН СССР, 1961. 65 с.
 11. Moldova and the Memphis, TN Area of the United States of America. USA, Memphis University - Chisinau: Elena V. I., 2005, 187 p.
 12. Морару К. Современные представления о гидрогеологических условиях территории Республики Молдова. Materialele Conferenței științifice naționale cu participare internațională „Mediul și dezvoltarea durabilă”, ediția a III-a. Universitatea din Tiraspol (Chișinău), 2016, p. 138-141.
 13. Морару К. Е. Гидрогеохимия зоны активного водообмена юго-запада Причерноморского артезианского бассейна (геоэкологические аспекты). М.: Автореф. дисс. д. г.-м. н., 2013. 52 с.
 14. Морару К. Е. Гидрогеохимия подземных вод зоны активного водообмена крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы. Кишинев: Elena V. I., 2009. 288 с.
 15. Морару К. Е. Гидрогеохимия гелия и его роль как индикатора взаимосвязи водоносных горизонтов (на примере Молдавского артезианского склона). М.: Автореф. дисс. к.г.-м.н., 1987. 17 с.
 16. Basu N. B., Meter K. Van. Sustainability of ground-water resources – 4.3. In: Reference module in earth systems and environmental sciences. Comprehensive water quality and purification, 2014, vol. 4, p. 57-75.
 17. Боровский Б. И., Дробноход Н. А., Язвин Л. С. Оценка запасов подземных вод. Киев: Головное изд-во объединения ”Выша школа“, 1989. 234 с.
 18. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 72 с.
 19. Мала гірнича енциклопедія (под ред. Белецкого В.С.). Донецк: Донбасс, 2004. 310 с.
 20. Принципы оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод в речных долинах. М.: МГУ, 1978. 48 с.
 21. Harbaugh A. W., Banta E. R., Hill M. C. and McDonald M.G. MODFLOW-2000, The U.S. Geological Survey modular ground-water model – User guide to modularization concepts and the Ground-Water Flow Process (PDF). Open-File Report 00-92. U.S. Geological Survey, 2000, 300 p.
 22. Каменский Г. Н. Принципы гидрогеологического районирования СССР. Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов. Изд-во АН СССР, 1955. 56 с.
 23. Бабинец А. Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы. Киев: Изд. АН УССР, 1961. 310 с.
 24. Морару К. Е. Геохимическая характеристика грунтовых вод Молдавского артезианского склона. Зеленин И. В. Естественные ресурсы подземных вод Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1972. 210 с.
 25. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a RM, 2006, nr. 1, c. 65-90.
 26. Гидрогеология СССР. Молдавская ССР, том 7. М.: Недра, 1966. 156 с.
 27. Cineti F. A. Resursele de ape subterane ale României. București: Ed. Tehnică, 1990, 295 p.
 28. Palcu M. et al., 2008. Inventarierea preliminară a structurilor acvifere din partea sudică a României. Geo-Eco_Marina 14 nr.17. Științele Pământului, Cunoaștere și Mediu – Sesiune anuală de comunicări științifice, 2008. 13 p.
 29. Зеленин И. В. Оценка параметров фильтрации водоносных пластов с применением методов математической статистики. Кишинев: Штиинца, 1976. 224 с.
 30. Зеленин И. В. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1984. 156 с.
 31. Зеленин И. В. и др. Изучить водные ресурсы Молдавии, разработать научные основы комплексного их использования и охраны от истощения и загрязнения. Раздел: Разработать основы рационального использования и охраны подземных вод Молдавской ССР. Отчет Института геологии и сейсмологии АНМ, Кишинев, 1973. 260 с.
 32. Шараевский Л. П. и др. Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод между-речья Прут – Днестр (Причерноморский артезианский бассейн) по состоянию на 1.01.77 г. Отчет, фонды АЖеоМ. Кишинев, 1981. 280 с.