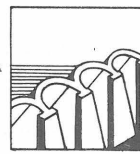


# HYDROGEOLOGIA i GEOLOGIA INŻYNIERSKA



ALEKSANDRA MACIOSZCZYK, KLARA PITIEWA

Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Moskiewski

## REJONIZACJA HYDROCHEMICZNA NA MAPACH DOTYCZĄCYCH OCHRONY ŚRODOWISKA GEOLOGICZNEGO

UKD 556.388.2/314:550.75(084.3+084.28):556.314:502.76

Ingerencja gospodarcza człowieka w naturalne, przyrodnicze środowisko na ogół pociąga za sobą zmianę warunków hydrogeologicznych – w tym również hydrochemicznych. Przy planowanym zagospodarowaniu tere-

nów istotne jest więc zagadnienie zagrożenia jakości wód oraz prognozowania możliwości wystąpienia antropogenicznych zmian chemizmu wód podziemnych. Zagadnienia te są złożone i wielopłaszczyznowe. Zmiany jakości wód

zależą bowiem zarówno od charakteru i intensywności działalności człowieka, jak też konkretnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych występujących na danym terenie.

W opracowaniach kartograficznych hydrochemiczne zagadnienia związane z ochroną naturalnego środowiska człowieka przedstawiane są w różnym zakresie i w różny sposób. Niekiedy mamy do czynienia z mapami poświęconymi wyłącznie omawianym zagadnieniom. Istnieje jednak również szereg opracowań ogólniejszych, gdzie wprowadzono jedynie pewne elementy, dotyczące np. ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami. Zwykle są to informacje na temat lokalnych zmian antropogenicznych wód lub wybranego (np. użytkowego) poziomu wód podziemnych.

Podkreślając walory wspomnianych opracowań i ich dużą użyteczność przy rozwiązywaniu zagadnień związanych z eksploatacją wód określonych poziomów wodonośnych, należy stwierdzić, że nie obejmują one na ogół całokształtu złożonej hydrochemicznej problematyki ochrony środowiska geologicznego. Kompleksowe natomiast ujęcie całości zagadnień hydrochemicznych w tym zakresie jest konieczne przy regionalnych opracowaniach sporządzanych dla potrzeb planowania zagospodarowania terenu, przy syntetycznych opracowaniach dotyczących ochrony wód podziemnych, przy prognostycznych opracowaniach na temat zmian antropogenicznych środowiska geologicznego itp.

W ostatnich latach dała się wyraźnie odczuć potrzeba wykonywania takich opracowań, a doświadczeń w tej dziedzinie mamy niestety stosunkowo niewiele. Konieczne jest więc przedstawienie niektórych zagadnień metodycznych związanych z kartograficznym ujmowaniem problemów ochrony wód podziemnych przed antropogenicznym zakłóceniem reżimu hydrochemicznego.

Celem przedstawionych tu rozważań jest pokazanie doboru najczęściej stosowanych kryteriów oraz metod stosowanych przy przeprowadzaniu rejonizacji hydrochemicznej obszarów, jak również przedstawienie rzadziej stosowanych, a bardzo przydatnych kartograficznych sposobów odzorowywania omawianych zagadnień.

#### RODZAJE REJONIZACJI HYDROCHEMICZNYCH

Przy różnych opracowaniach hydrochemicznych stosuje się zwykle dwie podstawowe kategorie wydzieleni: 1) na podstawie przesłanek ogólnych i 2) na podstawie przesłanek specjalnych (tab.). Rejonizacja ogólna dotyczy podziału przeprowadzonego na podstawie ogólnych przesłanek geologicznych (np. geologiczno-strukturalnych, litologicznych, mineralogicznych itp.). Rejonizacja specjalna – to podział obszaru przy zastosowaniu kryteriów o wyraźnym wąskim ukierunkowaniu. Ukierunkowania te odnoszą się głównie do warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych. Wydziela się więc dwa typy specjalnej rejonizacji (tab.).

Zależnie od celu prowadzonych prac, wydziela się dwie główne klasy rejonizacji hydrochemicznej: genetyczną i stosowaną. Przyjmowanie genetycznych kryteriów pozwala wydzielać rejony różniące się warunkami formowania się składu chemicznego wód. Takie podziały są podstawą wszelkich prac hydrochemicznych. Ta klasa rejonizacji powinna zawsze być przeprowadzona i powinna poprzedzać rejonizację terenu przeprowadzaną w aspekcie działalności praktycznej – rejonizację stosowaną.

Hydrochemiczna rejonizacja praktyczna może być prowadzona w wielu aspektach związanych z działalnością

gospodarczą, ale głównie dotyczy ona prac związanych z ochroną wód podziemnych oraz prac poszukiwawczych prowadzonych na podstawie kryteriów hydrochemicznych (tab.). Hydrochemiczna rejonizacja, prowadzona przy rozwiązywaniu zagadnień ochrony wód podziemnych, polega na dzieleniu kompleksów wodonośnych na strefy charakteryzujące się występowaniem wód o określonym składzie chemicznym, uformowanie którego w różnym stopniu zależy od działalności gospodarczej człowieka. Rozpatruje się więc szczegółowo rodzaj i zakres działalności człowieka, wpływającej na warunki hydrochemiczne oraz te elementy naturalnego środowiska, które łatwo ulegają zmianom pod wpływem czynnika antropogenicznego. Rejonizacja hydrochemiczna, prowadzona w aspekcie ochrony wód podziemnych, może dotyczyć problemów zanieczyszczania wód, zmiany ich chemizmu w wyniku antropogenicznego zakłócenia warunków hydrodynamicznych, albo też może dotyczyć prognoz zmiany chemizmu wód, wynikających z określonego charakteru zagospodarowania terenu (tab.). Przy prognozowaniu zmian chemizmu wód stosuje się różne kryteria wydzieleni, zależnie od rozwiązywanego problemu. Inne kryteria należy stosować przy prognozie zmian chemizmu związanych z zaopatrzeniem w wody pitne, inne – w wody lecznicze. Inne też przyczyny decydują o zmianach chemizmu wód przy różnych pracach hydrotechnicznych, przemysłowych, kopalnianych czy rolniczych; przy prognozie musimy tu więc uwzględnić odrębne kryteria.

#### TREŚĆ MAP HYDROCHEMICZNYCH DOTYCZĄCYCH OCHRONY ŚRODOWISKA GEOLOGICZNEGO

Ogólnie można stwierdzić, że na mapach hydrochemicznych sporządzanych w aspekcie ochrony naturalnego środowiska człowieka powinny być uwzględniane następujące grupy zagadnień:

- I. Budowa geologiczna:
  - elementy strukturalno-tektoniczne,
  - elementy litologiczne, petrograficzne, mineralogiczne ...,
  - elementy geochemiczne.
- II. Warunki hydrogeologiczne:
  - sposób występowania wody w skałach (typy wód i ich rodzaje),
  - sieć hydrograficzna oraz ocena możliwości infiltracji wód opadowych i powierzchniowych,
  - izolacja poszczególnych warstw wodonośnych od dopływów z powierzchni i dopływów z innych warstw,
  - właściwości filtracyjne skał,
  - szybkość ruchu i kierunki przepływu wód podziemnych.
- III. Chemizm wód i procesy go kształtujące:
  - A. Warunki hydrochemiczne –
    - chemizm wód i ich cechy fizyczne (klasyfikacja hydrochemiczna, występowanie mikroelementów, zawartość gazów itd.),
    - gradienty hydrochemiczne (np. mineralizacji, temperatury ...),
    - źródła substancji w wodach podziemnych,
    - procesy kształtujące chemizm wód;
  - B. Hydrogeologiczna prognoza migracji zanieczyszczeń –
    - ocena możliwości zanieczyszczenia wód z powierzchni,

SCHEMATY RÓŻNYCH RODZAJÓW REJONIZACJI HYDROCHEMICZNEJ I STOSOWANE KRYTERIA PODZIAŁU  
(SZCZEGÓLWE DANE DOTYCZĄ JEDYNIIE OCHRONY WÓD PODZIEMNYCH)

Wydzielenia stosowane przy rejonizacji				Przykłady podziałów
kategorie	typy	klasy	grupy	
Ogólne				
Specjalne	hydrodynamiczne			
	hydrochemiczne	genetyczne		
		stosowane	dotyczące ochrony wód podziemnych	A) uwzględniające aktualny stan zmian antropogenicznych chemizmu wód B) uwzględniające prognozę zmian chemizmu wód podziemnych
		dotyczące prac poszukiwawczych	przy poszukiwaniu: rud metali gazu i ropy naftowej soli i boranów wód leczniczych wód termalnych (dla celów przemysłowych) wód mineralnych (dla celów przemysłowych)	

- ocena możliwości migracji zanieczyszczeń w różnych strefach i kompleksach wodonośnych i między nimi,
- ocena możliwości samooczyszczenia się wód infiltrujących oraz wód krążących w skałach.

IV. Antropogeniczne zakłócenia naturalnego reżimu hydrochemicznego:

A. Zagospodarowanie terenu (ze szczególnym uwzględnieniem elementów zagrażających wodom podziemnym) -

- rejonu zurbanizowane (zaznaczony typ urbanizacji),
- strefy eksploatacji wód podziemnych (zasięgi i wielkości wytworzonych depresji eksploatacyjnych, strefy ochrony sanitarnej ...),
- rejonu uprzemysłowione (zaznaczony rodzaj przemysłu),
- rejonu górnicze (zaznaczony rodzaj eksploatacji, zaznaczone rejonu odwadnianie i strefy zrzutu wód kopalnianych oraz hałdy),
- rejonu meliorowane,
- rejonu o sztucznie podwyższonym poziomie wód podziemnych (np. wokół sztucznych zbiorników);

B. Zakłócenia reżimu hydrochemicznego (rozmieszczenie istniejących i potencjalnych źródeł zanieczyszczenia wód podziemnych) -

- strefy antropogenicznego zanieczyszczenia powierzchni terenu (lokalizacja różnego rodzaju hałd, wysypisk odpadków itp.),
- strefy antropogenicznego zanieczyszczenia atmosfery (zasięgi ekshalacji kominowych i ich skład),
- strefy antropogenicznego zanieczyszczenia wód powierzchniowych (zaznaczyć zanieczyszczone wody stojące i płynące, miejsca zrzutu wód zanieczyszczonych do wód powierzchniowych, lokalizację stawów osadnikowych itp., podać rodzaj zanieczyszczenia),
- strefy antropogenicznego zanieczyszczenia wód podziemnych (podać rejonu rozsączkowania ścieków, stwierdzone przecieki z rurociągów naftowych, kolektorów ścieków przemysłowych i komunalnych; zaznaczyć miejsca zrzutu wód zanieczyszczonych do wód podziemnych; podać rodzaj zanieczyszczenia),
- skład zmienionych wód podziemnych,

1	2	3	4	5	6	7	8
Przypowie - rchłowa	O - P	0 - 10		0,48 0,27 - 1,8	$\text{HCO}_3^{20} \cdot \text{Cl}^{27} \text{SO}_4^3$ $\text{Ca}^{51} \cdot \text{Na}^{32} \text{Mg}^{17}$	41 12 - 380	a, b, c
Między - glinowa	O - P	30 - 50		0,43 0,36 - 0,61	$\text{HCO}_3^{92} \cdot \text{SO}_4^5 \cdot \text{Cl}^3$ $\text{Ca}^{71} \cdot \text{Na}^{19} \cdot \text{Mg}^{10}$	32 18 - 110	a, b, c
Miacenka - kredowa	Tr - M	80 - 120		0,53 0,39 - 0,58	$\text{HCO}_3^{68} \cdot \text{Cl}^{26} \text{SO}_4^6$ $\text{Ca}^{50} \cdot \text{Na}^{36} \text{Mg}^{14}$	48 24 - 73	a, b, -
Górno - kredowa	K <sub>3</sub>	150 - 200		0,61 0,42 - 0,71	$\text{HCO}_3^{75} \cdot \text{Cl}^{24} \text{SO}_4^1$ $\text{Ca}^{68} \cdot \text{Mg}^{19} \text{Na}^{13}$	49 20 - 103	a, b, c

Cechy charakterystyczne rejonu hydrochemicznego A.

1 - nazwa warstwy wodonośnej, 2 - stratygrafia warstwy wodonośnej, 3 - strefa głębokości występowania warstwy wodonośnej, 4 - charakterystyka litologiczna (mineralogiczna) warstwy wodonośnej, 5 - mineralizacja wody w g/l:  $\frac{\text{średnia}}{\text{rozstęp}}$ , 6 - średni chemizm wód wg zapisu Kurlowa, 7 - zawartość Cl' w mg/l:  $\frac{\text{średnia}}{\text{rozstęp}}$ , 8 - podrejonu hydrochemiczne.

Characteristic features of hydrochemical region A.

1 - name of aquifer, 2 - stratigraphy of aquifer, 3 - depth zone of occurrence of aquifer, 4 - lithological (mineralogical) characteristics of aquifer, 5 - water mineralization in g/l:  $\frac{\text{mean}}{\text{marginal values}}$ , 6 - mean water chemistry after Kurlov's record, 7 - content of Cl' in mg/l:  $\frac{\text{mean}}{\text{marginal values}}$ , 8 - second-order hydrochemical regions.

- substancje zanieczyszczające wody,
- charakter procesów antropogenicznych zmieniających chemizm wód podziemnych.

Spośród wymienionych elementów na konkretnych mapach eksponuje się tylko te zagadnienia, które w określonych warunkach danego terenu mają istotne znaczenie dla rozwiązywanego problemu. Niekiedy uwzględnić musimy tak wiele zagadnień, że mapy jednoarkuszowe nie są

czytelne, co zmusza do posługiwania się mapami kilkukursowymi.

Przy kartograficznym przedstawieniu zagadnień hydrogeologicznych związanych z ochroną wód podziemnych, trzeba uwzględniać najbardziej charakterystyczne dla opracowywanego terenu elementy hydrogeologiczne, podając konkretne zakresy zmienności poszczególnych parametrów. Podobnie, przy opracowywaniu chemizmu wód musimy operować konkretnymi wartościami. Na przykład przy charakterystyce chemizmu należy określić tło hydrochemiczne i wartości anomalne elementów występujących w wodach podziemnych. Należy również zlokalizować obszary anomalne oraz ustalić genę chemizmu wód zarówno w obrębie tła, jak i w strefach anomalnych.

Syntetyczne ujęcie zagadnień hydrochemicznych pozwala bezpośrednio przedstawić (w formie wydzielenia różnych rejonów) zagadnienia dotyczące możliwości oczyszczania się wód podczas krążenia w środowisku skalnym, czy też oceną możliwości zanieczyszczeń wód z powierzchni.

Szczególną uwagę należy zwrócić na warunki migracji substancji w wodach podziemnych. Ocena możliwości migracji substancji dostających się do wód podziemnych w wyniku działalności człowieka, pozwala m.in. przeprowadzać rejonizację hydrochemiczną w aspekcie prognozy zmian antropogenicznych. Szczególnie starannie należy przedstawiać na mapach problem zakłóceń antropogenicznych naturalnego reżimu hydrochemicznego. Obok precyzyjnej rejestracji zaistniałych zmian antropogenicznych, należy podawać charakterystyczne dla każdego obszaru elementy umożliwiające prognozę dalszych zmian.

Zmianę warunków hydrochemicznych wywołaną działalnością człowieka przedstawia się zwykle w trzech aspektach:

- 1) zanieczyszczenia wód podziemnych,
- 2) zmian chemizmu wód wywołanych zmianą warunków hydrodynamicznych i hydrogeochemicznych,
- 3) wpływu procesów hydrochemicznych na zmianę środowiska petrograficznego.

Wpływ antropogenicznych procesów hydrochemicznych na zmianę środowiska petrograficznego najczęściej przejawia się w dwóch formach:

- 1) uaktywnienie procesów krasowych w skałach węglanowych, siarczanowych, solnych,
- 2) wypadanie z wód podziemnych różnych substancji (najczęściej węglanów lub siarczanów wapnia) powodujących kolmatację skał.

W celu zasygnalizowania wymienionych procesów stosuje się odpowiednie znaki punktowe.

Bogaty zakres problematyki przedstawianej na mapach hydrochemicznych, dotyczących ochrony środowiska człowieka, zmusza do selekcji zagadnień i uwzględniania jedynie najistotniejszych. Spośród wyżej wymienionych, na mapach eksponuje się tylko te elementy, które są ważne dla rozwiązania postawionego zadania oraz te, które w konkretnych warunkach opracowywanego terenu mają istotne znaczenie.

Treść map hydrochemicznych dotyczących ochrony środowiska geologicznego jest więc wyraźnie zróżnicowana w zależności od rozwiązywanego zagadnienia. Inne treści powinny np. zawierać ogólne mapy zoologiczne wód podziemnych, inne mapy zanieczyszczenia wód podziemnych, czy też zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenie, inne wreszcie – mapy szczegółowe związane z ochroną wód pitnych lub leczniczych.

Nie wdając się w szczegóły dotyczące różnych map, należy stwierdzić, że o treści mapy decyduje jej temat

i konkretne warunki opracowywanego terenu. Natomiast skala mapy decyduje o szczegółowości przedstawionej problematyki.

## ZASADY HYDROCHEMICZNEJ REJONIZACJI PROWADZONEJ DLA POTRZEB OCHRONY NATURALNEGO ŚRODOWISKA GEOLOGICZNEGO

Jednym z podstawowych zagadnień związanych z kartograficznym ujmowaniem problemów hydrochemicznych dotyczących ochrony środowiska geologicznego jest rejonizacja terenu przeprowadzana na podstawie właściwie dobranych kryteriów. Dobór tych kryteriów zależy od celu i potrzeb wykonywanego opracowania oraz od specyfiki terenu. Podstawowym kryterium prowadzonej w tym aspekcie rejonizacji jest chemizm wód podziemnych i jego zmiany zaistniałe pod wpływem działalności człowieka. Należy więc uwzględniać przede wszystkim kryteria genetyczne (tab.).

Hydrochemiczna rejonizacja poszczególnych kompleksów wodonośnych powinna więc pokazywać specyfikę kształtowania chemizmu wód danego kompleksu zarówno w warunkach naturalnych, jak i pod wpływem działalności człowieka, lub też powinna uwzględniać prognozę wpływu działalności człowieka na chemizm wód.

Główne rejony wydzielane na mapach różnią się między sobą występowaniem wód o określonej genezie chemizmu. W obrębie tych rejonów można wyróżnić podrejon o różnym składzie wód podziemnych. Wydziela się ponadto strefy, w których występują specyficzne elementy kształtujące chemizm wód (np. strefy o określonym składzie mineralnym, o określonym charakterze dróg krążenia itd.).

Przy prowadzeniu rejonizacji dla rozwiązywania zagadnień specjalnych, np. oceny zanieczyszczenia wód jakimś określonym składnikiem, element ten należy wyraźniej eksponować, wydzielając dodatkowe podrejon na podstawie jego zawartości. Nie wolno jednak, w żadnym razie, rezygnować z wydzielenia głównych rejonów na podstawie genezy chemizmu wód.

Przy kartograficznym odwzorowaniu rejonu i podrejonu kontroluje się określonymi liniami. Skład chemiczny wód przedstawia się za pomocą odpowiednio dobranej szrafury\*, a barwą zaznacza się główny tematycznie element mapy, np. podatność na zanieczyszczenie z powierzchni terenu, możliwość wystąpienia określonych zmian antropogenicznych, możliwość migracji zanieczyszczeń itp.

Na mapach dotyczących ochrony środowiska geologicznego, obok podstawowej rejonizacji obszaru, nanosi się również wiele punktowych, liniowych bądź strefowych elementów wzbogacających treść informacyjną opracowania kartograficznego. Mogą być w ten sposób anonsowane punkty lub strefy zanieczyszczenia wód podziemnych, strefy podatne na dopływy wód o innym chemizmie (zasolenie odmorskie, ascenzja), występowanie skał podatnych na procesy krasowe (sole, gipsy, wapienie). W ten sposób nanosi się również m.in. wartości gradientów mineralizacji, temperatury wód, czy też ponadnormatywne zawartości pewnych elementów (np. zawartości żelaza, manganu, chlorków, wartości barwy, twardości itd.). Wszystkie wymienione elementy są nanoszone za pomocą znaków w czarnym kolorze oraz w innych ciemnych barwach kontrastujących z barwami całej mapy.

\* W uzasadnionych wypadkach szrafurą określa się litologię warstwy wodonośnej, a skład chemiczny podaje się w formie skróconego zapisu (np. wg klasyfikacji Szczukariewa – Priklonńskiego, czy też za pomocą wzoru Kurlowa).

Większość opracowań kartograficznych przedstawia zagadnienia hydrochemiczne dotyczące ochrony środowiska geologicznego w odniesieniu do określonej warstwy wodonośnej lub poziomu użytkowego, czy też określonej głębokości. Przy opracowywaniach syntetycznych konieczne jest jednak pokazanie zmienności pionowej warunków hydrochemicznych i możliwości migracji zanieczyszczeń. Punktowe przedstawienie owej problematyki (np. nanosząc odpowiednie gradienty) nie wyczerpują zagadnienia, podobnie jak i uzupełnianie map odpowiednimi przekrojami. Najpełniej zmienność pionową warunków hydrochemicznych można przedstawić w formie odpowiednio prowadzonej rejonizacji hydrochemicznej uwzględniającej zmienność profilu hydrochemicznego. Jednym ze sposobów opisu wydzielonych w ten sposób rejonów jest system stosowania rozszerzonych profili hydrochemicznych wpisywanych bezpośrednio na mapie lub, co jest bardziej wskazane; podawanie ich w formie profili-tabel w objaśnieniach mapy. Przykład rozszerzonego profilu w formie tabeli podano na rycinie.

W zależności od problematyki map, szczególnie przy umieszczaniu rozszerzonego profilu-tabeli charakteryzującej rejon w objaśnieniach mapy, podawane w niej informacje mogą być znacznie rozszerzone, np. o tło hydrochemiczne poszczególnych elementów hydrochemicznych, zawartości gazów, wskaźniki migracji wód, ocenę możliwości

przenikania zanieczyszczeń do określonych poziomów wodonośnych itp. Można również na najwyższym poziomie rozszerzonego profilu-tabeli odpowiednimi znakami anonować dopuszczalny rodzaj zagospodarowania terenu.

Omówiony sposób rejonizacji hydrochemicznej uwzględniający zróżnicowanie naturalnego chemizmu wód oraz jego zmiany, wywołane działalnością człowieka, jest niewątpliwie najlepszym sposobem ilustracji zmienności zarówno poziomej, jak i pionowej warunków hydrochemicznych. Wymaga on jednak dosyć szczegółowego rozpoznania warunków hydrochemicznych. Przy niepełnym rozpoznaniu odpowiednie fragmenty tabeli wypełnia się wartościami szacunkowymi, sygnalizując to formą zapisu (wartości w nawiasie bądź z odnośnikami).

Omówiona metoda może być stosowana przy rejonizacji hydrochemicznej nie tylko na mapach dotyczących ochrony środowiska geologicznego, ale przy wprowadzaniu odpowiednich modyfikacji treści, przy wszelkich opracowaniach hydrochemicznych. Poza tym daje ona bardzo dobre efekty przy regionalnych opracowaniach hydrogeologicznych. Ten sposób zestawiania objaśnień map jest jednoznaczny i przejrzysty, znacznie wygodniejszy dla czytelnika niż tradycyjne opisy wydzielanych rejonów. Należałoby więc go szerzej rozpropagować i spopularyzować, tym bardziej, że dotychczas nie jest on w Polsce stosowany.

## SUMMARY

The principles of hydrochemical regionalization of an area, used in solving some problems connected with protection of groundwater, are discussed in the paper. In discussing the types of hydrochemical regionalizations, generally accepted criteria and examples of various subdivisions are given. Attention is also paid to problems connected with compilation of hydrochemical maps for the purpose of protection of geological environment. A special attention is given to the problem of cartographic presentation of vertical and lateral variability of hydrochemical conditions and a convenient method of easily legible hydrochemical regionalization, taking into account the above problem, is presented. The presented methods of regions by extended characteristic sections — tables — given in the explanations to a map may be also used in other hydrochemical and hydrogeological works.

## РЕЗЮМЕ

В статье описаны принципы гидрохимического районирования, применяемые при решении вопросов касающихся охраны подземных вод. Описаны типы гидрохимического районирования с приведением критериев и примеров разных типов деления. Рассмотрен также вопрос гидрохимических карт касающихся охраны геологической среды. Особое внимание обращено на вопрос картографического изображения горизонтальной и вертикальной изменчивости гидрохимических условий; приведен удобный и четкий способ гидрохимического районирования учитывающий этот вопрос. Представленные методы описания районов в форме характеристических расширенных разрезов — таблиц в объяснениях карты, можно применять также в других гидрохимических и гидрогеологических работах.