

переважали слабкі вітри (0–4 м/с), то протягом найбільш теплого 1991–2000 рр. домінували вітри в інтервалі 4–8 м/с, причому штильові умови більш характерні для холодних років (близько 25 % в 1950-х рр.). При порівнянні найбільш холодного і теплого періодів отримано висновок про зміну переважного напрямку вітру: відбувся "правий поворот" – від домінантних північних вітрів у 1951–1960-х рр. до переважно північно-східних вітрів у 1991–2000 рр. ПнС вітру (42 %) значно вище, ніж переважаючого північного вітру (27 %) протягом 1951–1960 рр.

Переважання ПнС вітрів протягом останнього десятиліття пов'язано з більш частим формуванням регіональних циркуляцій у результаті посилення циклонічної циркуляції в ППО. Вихід будь-якого циклону вздовж 60–65° пд. ш. спричиняє перетинання повітряної маси гірського хребта, з розвитком фенових вітрів у районі УАС при посиленні вітру напрямків 50–90°, що є додатковим фактором підвищення температури за даними УАС.

Зміни в стані регіональних екосистем. На тлі регіонального потепління почастишала кількість аномальних станів в навколишньому середовищі Антарктичного півострова. Вони певною мірою пов'язані з аномаліями в гідрометеорологічному режимі, особливо протягом перехідного періоду між антарктичною зимою і літом [6]. Так, протягом останніх років, в умовах раннього очищення акваторій від морського льоду, спостерігались надзвичайно високі значення температури води (вище 4 °C), що призвело до формування явищ цвітіння водної поверхні і, відповідно, до погіршення умов розвитку криля – одного з найважливіших компонентів харчового ланцюга. Це призвело до більш жорстких умов існування окремих видів птахів і ссавців, а в деяких випадках – до змін у домінантному виді в окремих біоценозах (у районі УАС, пінгвіни Папуа поступово витісняють пінгвінів Аделі).

Висновки. 1. Сучасне потепління в районі Антарктичного півострова супроводжується зниженням ступеня аномальності клімату за температурою повітря, що, за даними ст. Вернадський, підтверджується зменшенням

амплітуд коливань температури повітря на різних часових масштабах і загальним звуженням інтервалу реєстрації температур, що у свою чергу повинно спростувати проблему прогнозу погоди в цьому районі. З іншого боку, протягом останнього десятиліття спостерігається зростання кількості та інтенсивності загальної хмарності і опадів. 2. Відбувається зростання швидкості приземного вітру, що є наслідком посилення циклонічності в ППО. Поворот напрямку переважаючих вітрів важливий для врахування вітроенергетичного потенціалу району. Посилення північно-східних вітрів на півночі Антарктичного півострову приводить до зростання частоти та інтенсивності місцевих вітрових циркуляцій, зокрема фенових явищ, що реєструються на ст. Вернадський та інших станціях регіону. 3. Зміни клімату мають значний вплив на стан регіональних екосистем, із зміною умов функціонування представників харчового ланцюга, найголовніша з яких – зміни умов розвитку криля, що викликає необхідність пошуку нових місць традиційного промислу в океані.

1. Атлас Антарктики. – Л., 1969. – Т. 2. 2. Говоруха Л.С. Гляциоклиматологическая характеристика Земли Грейама // Бюл. укр. антаркт. центру. – 1998. – № 1. 3. Климатический режим Арктики на рубеже XX и XXI веков. – СПб., 1991. 4. Кошельков Д.П. Температурные тренды в Антарктике и смежных районах // Метеорология и гидрология. – 1990. – № 5. 5. Котляков В.М. Гляциология Антарктиды. – М., 2000. 6. Попов В.И., Скрипник В.В., Тимофеев В.Е., Украинский В.В. Гидрофизические аномалии в районе ст. Вернадский // Укр. антарктичний журн. – 2003. – № 1. 7. Тимофеев В.Е. Практика синоптического прогнозирования в украинской антарктической экспедиции // Укр. антарктичний журн. – 2004. – № 2. 8. Тимофеев В.Е., Гордиенко С.И. Местные циркуляции в районе украинской антарктической станции // Бюл. УАЦ. – 1996. – № 1. 9. Ingolfsson O., Hjort C., Humlum O. Glacial and climate history of the Antarctic Peninsula since the last glacial maximum // Arctic, Antarctic and Alpine Res. – 2003. – Vol. 35. – № 2. 10. Fyfe J.C. Extratropical southern hemisphere cyclones: harbingers of climate change? // J. of Climate. – 2003. – Vol. 16. 11. Turner J., Colwell S., Marshall G., Lachlan-Cope A., Carleton A., Jones P., Lagun V., Reid P., Yagovkina S. Antarctic Climate Change during the last 50 years // Int. Journal of Climatology. – 2005. – № 25. 12. Trenberth K.E., Hoar T. The 1990-1995 El-Nino-Southern Oscillation events: Longest on Record // Geoph. Res. Letter. – 1996. – № 23. 13. van den Broeke M. On the interpretation of Antarctic temperature trends // J. of Climate. – 2000. – Vol. 13.

Надійшла до редколегії 05.06.06

УДК 528

3. Міхальчик, д-р геогр. наук, габілітований, С. Хмєль, д-р геогр. наук

ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ДЖЕРЕЛЬНИХ І РІЧКОВИХ ВОД ЛЮБЕЛЬСЬКОЇ ВИСОЧИНИ І РОЗТОЧЧЯ (ПОЛЬЩА)

Визначено, що на території Любельської височини і Розточчя на водні запаси річок вирішальний вплив має живлення підземними водами. У результаті гідрохімічних досліджень показано невеликі геопросторові зміни якості підземних вод, що циркулюють у крейдово-третинному басейні.

There are determined, that the alimention of groundwaters has the main impact on the river water storage on the territory of the Lublin Upland and Roztocze Region. Based on the hydrochemical researches there are indicated slight spatial changes of the groundwaters quality, circuiting in the Cretaceous-Tertiary aquifer.

Вступ. Вода, як найбільш динамічний компонент географічного середовища, має здатність до розчинювання і переміщення різних субстанцій. Динаміку процесів транспортування матерії і енергії добре документують дослідження, проведені на річках. Води, розміщені в річкових руслах, є похідною процесів, які мають місце в середовищі, а їх наслідки можна реєструвати якісним і кількісним способами. Отже, гідрохімічні властивості річкових вод є рівнодійною умов формування фізико-хімічних властивостей вод у гідрологічному обороті, які виникають з геохімічних і гідрометеорологічних умов, біохімічних перетворень, що відбуваються в руслах, а також антропогенних впливів [1; 3; 6].

Аналіз вибраних фізико-хімічних властивостей вод виконано за допомогою таких методів: електрометричного, титриметричного, спектрофотометричного. Для дослідження реакції води та її еквівалентної електролі-

тичної провідності використано рН-метр і кондуктометр Inolab level 1 фірми WTW. За допомогою титриметричного методу визначено: вміст хлоридів, загальну твердість, вміст кальцію, лужність, на тій підставі визначено вміст іонів Mg і HCO₃. Методами фірми HACH визначено спектрофотометром DR2000 двоокис кремнію, сульфати, фториди, нітрати, іон амонію, ортофосфати, залізо, марганець і калій. Натрій визначено при використанні іоноселективного електроду фірми EURO-SENSOR. Спектрофотометром фірми SECAMAN Pastel UV визначено біохімічну і хімічну потребу в кисні і у вуглекислому газі. В аналітичній частині дослідження до калібрації і контролю отриманих результатів застосовано візрцеві розчини фірми Merch і Hach. Для декількох десятків проб води виконано також визначення хімічних елементів: Ca, Mg, Na, K методом променевої абсорбційної атомної спектрометрії (FAAS).

Характеристика географічного середовища. Зміни фізико-хімічних якостей річкових вод проаналізовано на підставі досліджень джерельних і річкових вод Любельської височини і Розточчя – регіонів, розташованих на межиріччі Вісли і Бугу. Ріки досліджуваної території живляться в основному завдяки підземним ресурсам, які знаходяться в крейдових і четвертинних породах. У структурі річкового стоку на підземне живлення припадає понад $\frac{3}{4}$ стоку. Вода потрапляє до річкових русел з джерел або з безпосереднього руслового дренажу [5]. Поверхневий стік є, як правило, короткотривалий і має місце зазвичай під час відлиги або літніх злив. У результаті на річках формуються підняття, які часом приймають катастрофічну форму паводків.

Характерною особливістю водних зв'язків досліджуваної території є сильний зв'язок між підземними і річковими водами. Підземні води споживчого рівня містяться в основному в тріщинуватих карбонатних породах верхньої крейди і локально палеоцену, сформованих з опок, мергелів, спонголітів, крейди і вапняків. Нагромадження вод відбувається в порах і тріщинах порід, у той час як протікання відбувається в основному системою розкритих тріщин. У річкових долинах, заповнених піском і гравієм, зберігаються води четвертинного ярусу, гідравлічно пов'язані з водами крейдово-третинного басейну. У вершинних зонах існують локально обводнені відклади четвертинного ярусу, які живляться тільки атмосферними опадами. Зону аерації утворюють породи, що легко поглинають воду: карбонатні відклади, які виходять безпосередньо на поверхню або перекриті піщаними відкладами. Натомість, гірші умови для інфільтрації вод є на територіях поширення лесів, глин і лесовидних відкладів. Підземні води різних ярусів утворюють один басейн, також гідравлічно пов'язаний з поверхневими водами. Цей зв'язок у натуральних умовах проявляється між іншим у значному і рівномірному живленні рік підземними водами.

У розрізі фізико-географічних регіонів стверджено значну диференціацію атмосферних опадів, які змінюються від коло 550 мм в північно-східній частині Любельської височини до 670 мм на Розточчі. Кількість стічної води змінюється від близько 100 мм в надбужанській частині до 180 мм на Розточчі. Існують також значні геопросторові відмінності у вартостях поверхневого і підземного живлення рік, тобто у структурі стоку. Найсприятливіші умови стоку спостерігаються на Розточчі і в західній частині Любельської височини, на території яких більша частина води потрапляє до рік з підземного живлення. Середній одиничний стік з території Любельської височини і Розточчя становить тільки $4,08 \text{ л/с*км}^2$. У масштабі регіону середні одиничні стоки змінюються від $3,3 \text{ л/с*км}^2$ в басейні Гучви і надбужанському регіоні до 7 л/с*км^2 на південному схилі Розточчя. За винятком трьох найбільших рік – Вісли, Бугу і Вепшу, запаси поверхневих вод є невеликі, їх величина, виражена кількістю стічної води, вказує на значну сезонну і річну диференціацію. Із загальної кількості джерел 65 % випливають з тріщинуватих скель, у тому числі 59 % – з карбонатних порід, а 6 % – з третинних вапняків. Розміщення джерел пов'язано з системою геологічних структур. Вони групуються вздовж лінії тектонічних тріщин і скидів, при цьому джерела з найбільшим дебітом містяться в місцях перетинання цих структур.

Фізико-хімічні властивості джерельних вод. Особливе значення в пізнанні гідрохімії підземних вод Любельської височини і Розточчя відіграє дослідження хімізму джерельних вод. З огляду на значний дебіт джерел, а отже, збирання води з великих підземних водозбірних басейнів, відтоки води відображають умо-

ви гідрологічного середовища. Становлять, таким чином, на території дослідження підставу до окреслення гідрохімічного стану підземних вод головного крейдово-третинного басейну. Підземні води через джерела або безпосередній дренаж живлять русла рік.

На території Любельської височини і Розточчя, які займають поверхню близько 12200 км^2 , в 1991–2000 рр. зареєстровано 1592 джерела, з яких в 2000 р. функціонувало 1400. Джерела виступають дуже нерегулярно, в основному в річкових долинах, у яких групуються 87 % джерел. Найчастіше вони розташовані вздовж відхилень і дна долин, але недалеко від краю долини. Таке розташування вказує на дренажну роль глибоко звужених долин. Вони живляться напірними водами, що спливають системами тріщин з прилеглих височинних територій.

Найбільша кількість джерел характеризується малим дебітом, 49 % відтоків не досягає вартості 1 л/с. Дебіт 26 % джерел знаходиться в межах 1–10 л/с, а тільки 13 % перевищує вартість 10 л/с. Вони живляться з головного водоносного шару, крейдового чи крейдово-третинного басейну. Джерела з великим дебітом знаходяться в різних частинах басейну. Як правило, вони випливають у річкових долинах, поблизу бічних великих долин. Джерела Любельської височини і Розточчя з найбільшим дебітом мають такі вартості: Запоща, басейн Пору – 302 л/с, Гутка, безпосередній басейн Вепшу – 195 л/с, Малина, Бяла Лада – 180 л/с, Люта, басейн Санни – 170 л/с, Солокія, басейн Солокії – 170 л/с.

Середньорічний сумарний дебіт усіх джерел Любельської височини і Розточчя, в році середніх запасів підземних вод можна оцінити на рівні $13,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Натомість, у період низьких запасів підземних вод дебіт знижується до $6,7 \text{ м}^3/\text{с}$, а при високих запасах підвищується до $18,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Ці води найвищої якості допливають до річок Любельського регіону і майже цілком відповідають санітарним нормам для питних вод.

На підставі багаторічних вимірів і спостережень стверджено, що найбільшу регулярність дебіту мають відтоки, розташовані на лесових територіях, де коефіцієнти змінності витрат великих джерел утримуються в межах 1,3–3,5. Це зумовлено локальними чинниками, в основному умовами живлення і нагромадження підземних вод. Вирахований з крайніх витрат коефіцієнт змінності дебіту великих джерел Розточчя і Любельської височини знаходиться на рівні 2–8.

Оцінка фізико-хімічних властивостей джерельних вод базується на аналізах з майже 300 джерел, дебіт яких коливався від нижче 1 л/с до понад 300 л/с. Сумарний дебіт досліджуваних джерел для сухого періоду може становити понад $6,0 \text{ м}^3/\text{с}$ [5]. Проби води до аналізу геопросторових відмінностей хімізму річок взято переважно в періоди сталих гідрометеорологічних умов. Сезонні зміни фізико-хімічних властивостей аналізовано в 1998–1999 рр. на підставі дослідження 62 джерел у кварталних проміжках, а в 2000 р. досліджено воду з 26 джерел у місячних проміжках.

Дослідження хімізму річкових вод на території Любельської височини виконано під час сталих погодних умов в 1995–2000 рр., в період виключно підземного живлення. Вода для аналізів відбиралась декілька разів з понад 50 пунктів, розташованих на річках. В отриманому зборі даних обраховано для кожного збору і кожного річкового профілю середні вартості і здійснено їх порівняння з усередненим фізико-хімічним складом джерельних вод. Реакцію річкових вод на зміни умов живлення досліджено головним чином на прикладі найбільшого об'єкта дослідження – річці Вепш у профілі Ленчна. Прийнято тезу, що в більш стабільних гідрометеорологічних умовах проби води до аналізу взято раз на декілька днів, а в

періоди підняття рівня вод раз на 1–2 дні. У 1996–1997 рр. досліджено 126 проб води, а в 1998–1999 рр. – 56. Весною 1999 р. простежено гідрохімічну реакцію кількох десятків рік у період весняних відлиг.

Висновки. Підземне живлення на Любельській височині і Розточчі відповідає за водозабезпеченість річок. Відіграє теж найважливішу роль у процесі формування фізико-хімічних властивостей річкових вод. Підземні води, які впливають на поверхню у вигляді джерел, характеризуються високою якістю. В сезонах без опадів вони часто становлять основне джерело живлення річок, що дуже впливає на значення, яке мають у процесі формування хімізму річкових вод.

Гідрохімічні дослідження показують невеликі просторові зміни якості підземних вод, що циркулюють у крейдово-третинному басейні. Підземні води, що впливають у вигляді джерел з крейдового і крейдово-третинного басейну, характеризуються високою якістю. Переважно це безбарвні, майже прозорі води, без запаху, слаболужної реакції. Найчастіше це води з температурою коло 9 °C і мінералізацією 350–500 мг/л.

Підземні і поверхневі води характеризуються простим хімічним складом, визначеним в основному через декілька іонів $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. Визначальну роль карбонатів підкреслює їх частка у загальній мінералізації, яка становить в середньому 85 %. Також на величину впливають такі показники, як твердість, реакція, провідність. Їх геопросторові відмінності виникають з літологічного характеру порід, з якими вони стикаються. Води крейдового і третинного рівня, що живлять водотоки, характеризує невелика змінність продуктів дисоціації карбонатних мінералів. Набагато значніші зміни показують параметри антропогенного характеру: хлориди, нітрати, сульфати і фосфати. У річкових водах продукти розчи-

нення карбонатних мінералів у період підземного живлення мають теж високу стабільність, а їх концентрації є на рівні ґрунтових вод. Значніші зміни зареєстровано тільки підчас поверхневих і підповерхневих стоків. У випадку параметрів другорядного характеру вони показують значні зміни, пов'язані не тільки з відмінностями умов живлення річок. Важливу роль у цьому випадку відіграє вантаж скинутих стічних вод щодо кількості стікаючої води. Річки з більшою водозабезпеченістю характеризуються більш постійним складом, ніж малі водотоки. Річкові води, з огляду на відкритий характер, мають щодо підземних вод переважно більшу кількість субстанцій антропогенного характеру.

Зібраний матеріал показує, що найбільш репрезентативні результати для аналізу багаторічних змін хімізму підземних вод можна отримати підчас досліджень, проведених у сезонах без опадів, коли спостерігається брак інтенсивного живлення басейну підземних вод. Такі результати можуть становити підставу для визначення середніх умов, пануючих на даній території, і в той же час мають істотне значення при оцінці тенденцій якісних змін вод.

1. Alekin O.A. Podstawy hydrochemii. Wyd. Geol. – Warszawa, 1956. – S. 311.
2. Chmiel S. Rola zasilania podziemnego i splywu powierzchniowego w kształtowaniu cech fizykochemicznych wód rzecznych Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. [w:] Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska tom VII. – Lublin, 2005. – S. 82.
3. Dojlido J.R. Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. – Białystok, 1995. – S. 342.
4. Janiec B. Transformacje i translokacje jonowe w wodach naturalnych Roztocza Zachodniego. Rozprawa habilitacyjna. – Lublin, 1997. – S. 214.
5. Michałczyk Z. Źródła Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Wyd. UMCS. – Lublin, 2001. – S. 298.
6. Лосохов Е.В. Ионовый состав природных вод. Генезис и эволюция. – Л., 1985.

Надійшла до редколегії 30.08.06

УДК 556.512; 556.535

В. Струтинська, асп., В. Гребінь, канд. геогр. наук

СУЧАСНІ ЗМІНИ ЕЛЕМЕНТІВ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ В БАСЕЙНІ ДНІПРА ЯК ПЕРЕДУМОВА ЗМІН ТЕРМІЧНОГО ТА ЛЬОДОВОГО РЕЖИМУ РІЧОК

Досліджено та проаналізовано за середньобазаторічними та середньомісячними температурами повітря та кількістю опадів регіональні зміни клімату на території басейну Дніпра.

For the middling of many years and middling lunar temperatures of air and quantity of precipitations, regional changes of climate on territory of pool of Dnieper were explored and analysed.

Постановка наукової проблеми. Сучасні великомасштабні глобальні зміни навколишнього середовища внаслідок коливань у розвитку природних процесів під впливом планетарної еволюції Землі, активної діяльності людини, а також сильної дії геокосмічних факторів стають все більш очевидними. Головним фактором глобальних змін у ХХ ст. і в теперішній час є прогресуюче потепління клімату. Аналіз численних праць щодо змін кліматичних характеристик показав, що за останні 100 років глобальна температура поверхні Землі збільшилась на $0,6 \pm 0,2$ °C [3]. Оскільки клімат України дуже чутливий до змін глобального клімату, то територія України зазнає змін, характерних для цього явища.

Більшість авторів виходить із того, що сучасне потепління клімату зумовлене впливом ряду факторів, головним серед яких є антропогенний, що діє через відомий механізм парникового ефекту, викликаного накопиченням в атмосфері (в результаті техногенних викидів різними галузями промисловості) таких газів, як двооксид вуглецю, метан, оксид вуглецю, озон тощо, молекули яких затримують довгохвильову частину випромінювання земною поверхнею радіації, що створює парниковий ефект [5].

На думку Міждержавної групи експертів зі змін клімату (МГЕЗК) при ООН, у ХХІ ст. очікується подальше підвищення приземного шару повітря на $1,4\text{--}5,8$ °C, що призведе до таких негативних наслідків, як посухи, паводки, пожежі та ін. Щоправда, для України, у глобальному потеплінні (особливо в потеплінні холодного сезону) можна спостерігати певну перспективу, зокрема, можливість покращити вирощування с/г культур та економічно використовувати дорогі паливні ресурси.

Глобальне потепління клімату викликає зміни всього комплексу гідрометеорологічних факторів, що визначають формування водних ресурсів України. Найбільш чутливими до змін кліматичних умов є терміни льодових явищ на річках, які розглядаються як індикатори клімату перехідних сезонів року. На фоні кліматичної картини, що склалась на сьогодні, існує тенденція до пом'якшення льодового режиму річок, тобто замерзання відбувається все пізніше, а скресання – раніше, що веде до зменшення тривалості льодового періоду. Від температури повітря значно залежить і температура води річок, адже річний хід температури води повторює коливання температури повітря.