

УДК 551.577.25(477.8)

## ХІМІЧНИЙ СКЛАД АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ В ОКОЛИЦЯХ м. БОРИСЛАВА

**Карабин В. В., Рак Ю. М.**

**Карабин В. В.** канд. геол. н., завідувач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, [vasyl.karabyn@gmail.com](mailto:vasyl.karabyn@gmail.com).

**Рак Ю. Ю.** ад'юнкт, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, [julia.rak.1993@mail.ru](mailto:julia.rak.1993@mail.ru)

*Здійснено оцінку хімічного складу атмосферних опадів на території одного з найстаріших нафтопромислових районів Європи – Бориславському, виявлено його особливості для подальшого моделювання міграції забруднюючих речовин у гідролітосфері. Встановлено, що мінералізація талих вод зі снігу в околицях м. Борислав коливається від 0,073 г/дм<sup>3</sup> до 0,081 г/дм<sup>3</sup> за середнього значення 0,075 г/дм<sup>3</sup>. За хімічним складом талі води хлоридно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво-натрієві. Вміст іонів амонію в середньому становить 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, нітратів – 3,582 мг/дм<sup>3</sup>. У порівнянні з талими водами снігового покриву фонових ділянок Карпат досліджені авторами проби снігу характеризуються значно вищою концентрацією головних іонів та сполук азоту. Причиною високої концентрації головних іонів та сполук азоту, ймовірно, є значне техногенне навантаження на атмосферу внаслідок діяльності нафтовидобувних та переробних підприємств регіону.*

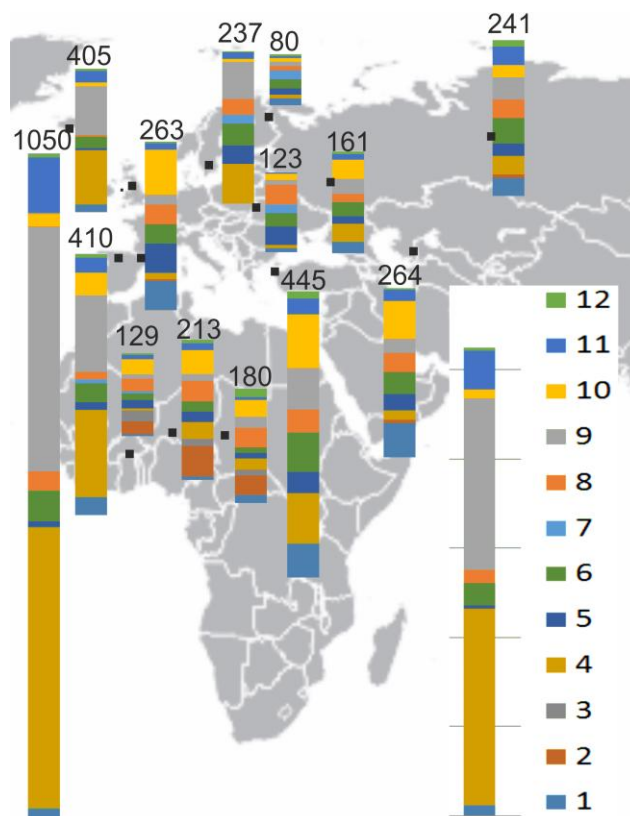
**Ключові слова:** сніг, хімічний склад атмосферних опадів, макрокомпоненти, головні іони, іон-амонію, нітрати, м. Борислав, р. Тисмениця.

### **Вступ**

Атмосферні опади є одним з основних джерел надходження хімічних речовин на поверхню суші та Світового океану. Коливання вмісту хімічних елементів та сполук в опадах дуже широкі і змінюються в межах одного-двох порядків величин для фонових районів Землі. Відомо, що найменш мінералізовані опади випадають у полярних областях та в глибині континентів, опади з високою мінералізацією випадають у прибережних районах [1]. Зокрема, мінералізація атмосферних опадів на побережжі Португалії та Ірландії 405 – 410 мкекв/л, у північній частині Фінляндії 80 мкекв/л, у центральній частині Європи 123 мкекв/л (рис. 1).

Дослідження хімічного складу атмосферних опадів є важливим для вирішення значної кількості теоретичних і практичних завдань, таких як оцінка їхнього впливу на формування хімічного складу поверхневих і підземних вод, міграції та колообігу речовин у природі, розрахунок сольового балансу окремих водних об'єктів та територій тощо. Під впливом природних і антропогенних факторів кількість хімічних речовин, що надходить з атмосферними опадами, не є стабільною. Результати багаторічних досліджень, які проводяться у багатьох країнах світу, вказують на зміни довготривалого тренду хімічного складу атмосферних опадів [1-3].

Особливо важливо досліджувати хімічний склад атмосферних опадів на ділянках полігенних техногенних забруднень, оскільки їх склад може суттєво впливати на умови міграції забруднюючих компонентів у ґрунтовому розрізі та у водних об'єктах. Однією з таких критично техногенно навантажених територій є Бориславський нафтопромисловий район загалом, та м. Борислав, зокрема.



**Рис. 1.** Вклад окремих іонів в опадах до загальної кількості іонного складу на обраних регіонально репрезентативних ділянках за даними [1]: 1 –  $K^+$ , 2 –  $Mg^{2+}$ , 3 –  $Ca^{2+}$ , 4 –  $Na^+$ , 5 –  $NH_4^+$ , 6 –  $H^+$ , 7 –  $SO_4^{2-}$ , 8 –  $NO_3^-$ , 9 –  $Cl^-$ , 10 – органічні кислоти, 11 –  $HCO_3^-$ , 12 – інші компоненти.

Мета досліджень – здійснити оцінку хімічного складу атмосферних опадів в околицях м. Борислава, встановити його особливості для подальшого моделювання міграції забруднюючих речовин у гідролітосфері.

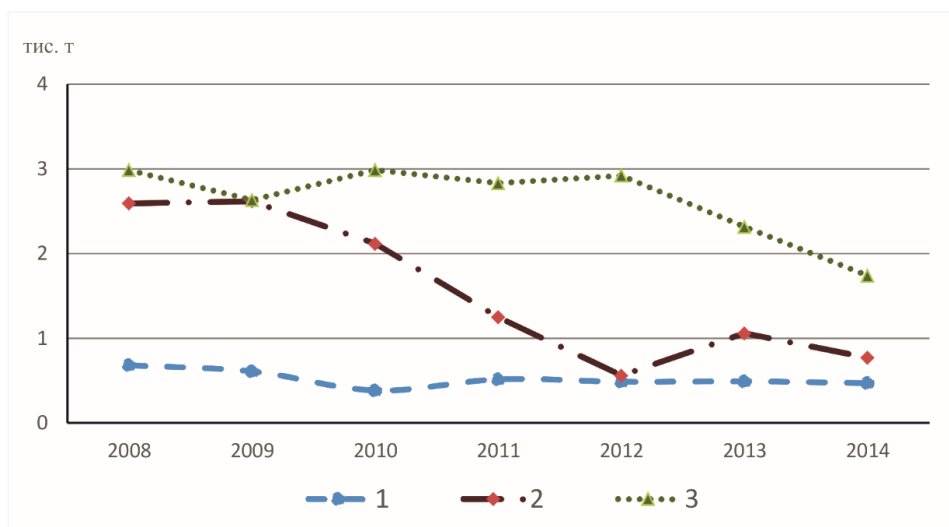
#### Об'єкт і методи дослідження

Об'єкт досліджень – атмосферні опади в околицях м. Борислава. Предмет досліджень – хімічний склад атмосферних опадів.

Бориславський нафтопромисловий район є один з найстаріших нафтовидобувних районів Європи, нафту на цій території видобувають з ПХ ст. за допомогою ям-копанок. У 1893 р. розпочато буріння свердловин канатним способом [4]. У результаті майже півтора столітнього нафтовидобутку територія в околицях Борислава вкрита сотнями нафтових шурфів, копанок, свердловин, що створило передумови виникнення екологічної катастрофи. Зокрема, у р. Тисмениці встановлено перевищення ТДК нафтопродуктів (4000 мг/кг) у 2-8 разів. Важливою проблемою є загазованість приповерхневих відкладів вуглеводневими газами, яка різко загострюється під час зупинок окремих експлуатаційних свердловин та вакуумних компресорних станцій. У такі періоди об'ємна частка метану у дегазаційних свердловинах може сягати 8,67 %, що в 1,7 разів перевищує нижнє значення вибухонебезпечності та до 4,7 % - у шурфах [5].

Кількість викидів забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел у атмосферу м. Борислава, за даними Департаменту екології і природних ресурсів Львівської обласної держадміністрації [6] стабілізувалася у 2011 році і у 2014 році складала 470 т. Зі стаціонарних джерел м. Дрогобича, яке знаходиться поряд, в атмосферу у 2014 році

надійшло 769 т. Викиди в атмосферу у Дрогобицькому районі з 2010 р. стабільно зменшуються, і у 2014 становили 1738 тонн (рис. 2.).



**Рис. 2.** Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, тис. т за даними [6]: 1 – м. Борислав, 2 – м. Дрогобич, 3 – Дрогобицький район.

У структурі викидів м. Борислава з стаціонарних джерел переважають викиди діоксиду азоту – 74 т та оксиду вуглецю – 57 т.

Бориславський нафтопромисловий район у геоморфологічному відношенні належить до Дрогобицької передгірної скульптурної височини Передкарпаття. У рельєфі зустрічаються як широкі заболочені рівнини, так і глибоковрізані потоки з увалисто-хвилястими межиріччями [7].

Клімат території досліджень формується внаслідок домінування повітряних мас помірних широт. Проте, у зимовий і весняний періоди спостерігаються припливи континентального арктичного повітря, яке приносить холодну безхмарну погоду з низькими температурами [7]. В м. Борислав та його околицях впродовж 1 кварталу 2016 року суцільний стабільний сніговий покрив формувався у періоди 14-25 січня і 24-27 лютого. Напрямок вітру впродовж 24-27 лютого переважно був північно східний і північний. За даними [8] швидкість вітру коливалася від 0 до 5 м/с і в середньому складала 2,25 м/с. Впродовж 24-26 лютого на території досліджень випало 14,3 мм опадів, що склало 4,8 мм опадів у добу. Атмосферний тиск у цей період був мало мінливий 757,6 – 762,9 мм рт. ст. Температура повітря на метеостанції м. Дрогобич коливалася від -5,0 до +5,7 °С в середньому складаючи +0,9 °С. В околицях м. Борислава, де відібрані проби снігу, температура повітря була нижчою.

Авторами наприкінці лютого 2016 року відібрано 4 проби снігу, об'єм кожної з яких у талому вигляді становив близько 3-х літрів. Відбір проб ускладнювався двома причинами. По-перше, зима була малосніжною, тому для отримання потрібної кількості матеріалу для досліджень доводилось відбирати сніг переважно у низинних ділянках. Це могло дещо вплинути на результати визначень концентрацій компонентів (ймовірно, завищити), оскільки не виключається перенесення вітром з відкритих підвищених ділянок як сніжних мас, так і пило-грунтових частинок. Оскільки рельєф досліджуваної території є досить пересіченим, то такий фактор не можна відкидати. По-друге, сильне нагрівання для танення снігу небажане, щоб не втратити іони гідрокарбонатів, амонію та нітритів, а в кімнатних умовах цей процес триває досить довго (великі кількості снігу тануть повільно). З огляду на це, не виключається активізація біологічних мікрооб'єктів, здатних відновлювати нітрати або інші компоненти. З

тієї ж причини частина талих проб консервувалась додаванням хлороформу (близько 3 см<sup>3</sup> на дм<sup>3</sup>).

Аналітичні дослідження проведені в лабораторії екологічної безпеки ЛДУБЖД (свідоцтво про атестацію № РЛ097/14 від 28.07.2014). Вміст хлоридів (Cl<sup>-</sup>) [9], гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) [10], кальцію (Ca<sup>2+</sup>) [9] і магнію (Mg<sup>2+</sup>) [9] визначався методом титрування. Зокрема: хлориди – з нітратом срібла в присутності хромату калію; гідрокарбонати – з соляною кислотою в присутності метилоранжу; кальцій і магній – з трилоном Б в присутності мурексиду та еріохрому чорного, відповідно. Сульфати (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) визначались ваговим методом (осадження нітратом барію з подальшим прожарюванням осаду) згідно з КНД 211.1.4.026-95. Вміст натрію (Na<sup>+</sup>) і калію (K<sup>+</sup>) розраховували за балансом еквівалентів. Інші аніони (нітрати (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) [11] та нітрити (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) [12] визначались фотоколориметричним методом, а саме: вміст нітратів – взаємодією з розчином саліцилату натрію у сірчаноокислому середовищі; нітритів – з реактивом Грісса. Визначено виключно розчинні форми іонів.

### Результати та їх обговорення

Мінералізація талих вод зі снігу в околицях м. Борислава коливається від 0,073 г/дм<sup>3</sup> до 0,081 г/дм<sup>3</sup> і в середньому становить 0,075 г/дм<sup>3</sup>. У катіонному складі переважають іони натрію і калію, кількість яких змінюється від 7,8 мг/дм<sup>3</sup> до 9,3 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст іонів кальцію коливається у межах від 5,9 мг/дм<sup>3</sup> до 7,3 мг/дм<sup>3</sup>, магнію – від 3,4 мг/дм<sup>3</sup> до 4 мг/дм<sup>3</sup>. У аніонному складі домінують гідрокарбонати, вміст яких коливається від 32,6 мг/дм<sup>3</sup> до 34,2 мг/дм<sup>3</sup>, концентрація іонів хлору змінюється від 6,2 мг/дм<sup>3</sup> до 8,2 мг/дм<sup>3</sup> (табл.1). За хімічним складом талі води хлоридно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво-натрієві:

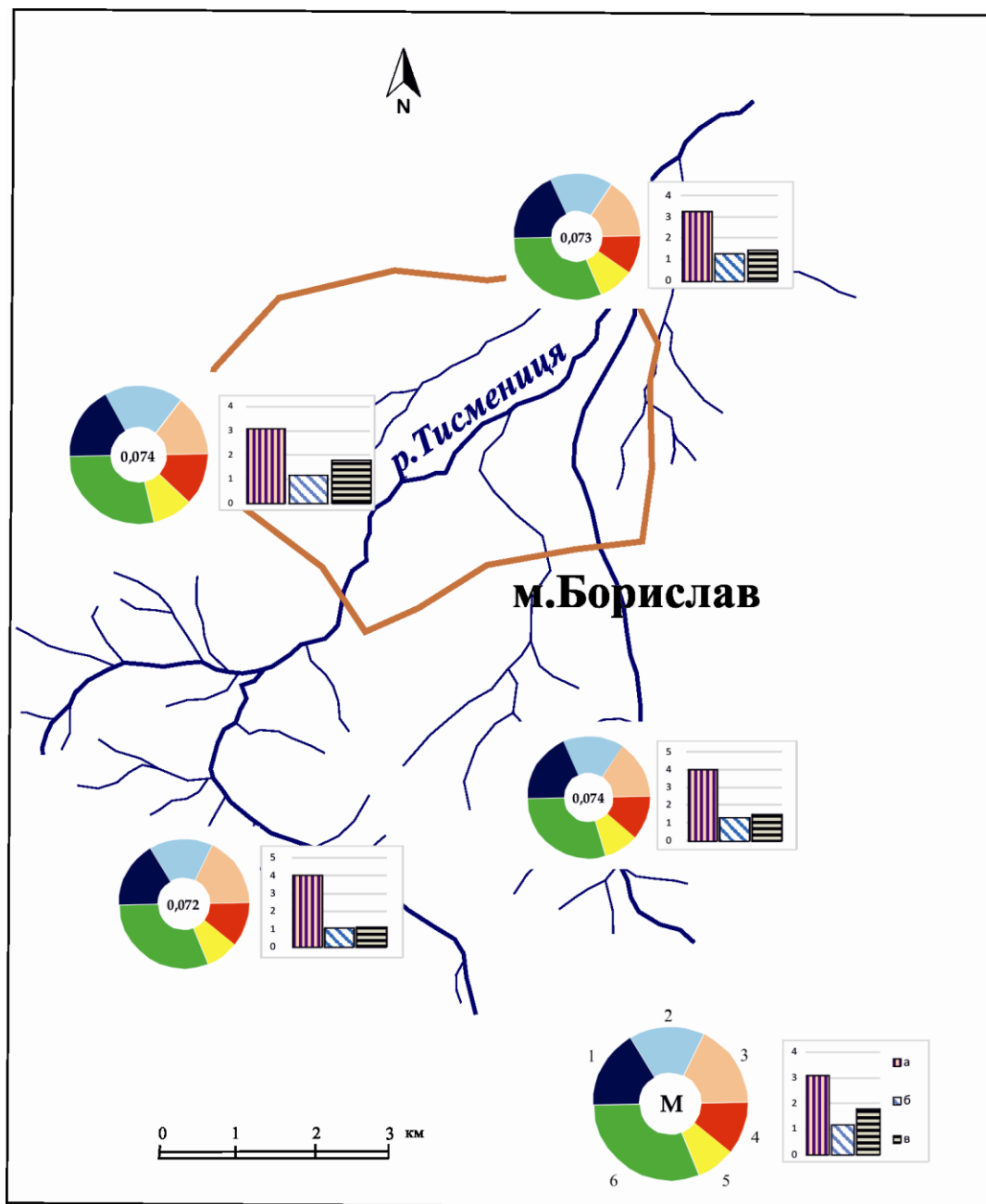
$$M_{0,072-0,074} \frac{HCO_3^- 56,7 - 62,1 [Cl^- 19,7 - 24,6 SO_4^{2-} 16,5 - 18,7]}{Na^+ + K^+ 33,3 - 37,0 Ca^{2+} 31,5 - 37,1 Mg^{2+} 28,4 - 35,1}$$

Важливим показником якості води є вміст у ній сполук азоту, зокрема нітратів і нітритів, та амонію.

У межах території досліджень вміст іонів амонію змінюється від 1,05 мг/дм<sup>3</sup> до 1,32 мг/дм<sup>3</sup> в середньому становлячи 1,2 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація нітратів коливається від 3,078 мг/дм<sup>3</sup> до 4,012 мг/дм<sup>3</sup> за середнього значення 3,582 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 3). У порівнянні з ГДК питної води (45 мг/дм<sup>3</sup>) концентрація нітратів у талих водах є значно нижчою.

Небезпека підвищених концентрацій нітратів для людини полягає у тому, що надходячи до травного каналу з водою, вони під впливом кишкової мікрофлори відновлюються в нітрити. Останні потрапляють у кров і блокують гемоглобін шляхом утворення метгемоглобіну, що не здатний вступати в зворотну реакцію з киснем і переносити його. Отже, що більше гемоглобіну перетворилося на метгемоглобін, то менша киснева ємкість крові. Якщо нітрати надходять в організм дорослих у надмірних, але не дуже високих дозах, концентрація метгемоглобіну збільшується незначно. Це майже не позначається на стані здоров'я, проте у хворих на анемію або серцево-судинні захворювання можуть посилитися прояви гіпоксії [13].

Вміст заліза (Fe<sub>заг</sub>) у досліджуваних водах змінюється від 1,1 мг/дм<sup>3</sup> до 1,78 мг/дм<sup>3</sup> і в середньому становить 1,45 мг/дм<sup>3</sup>.



**Рис. 3.** Характеристика хімічного складу талих вод зі снігу в околицях м. Борислава: 1 –  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , 2 –  $\text{Ca}^{2+}$ , 3 –  $\text{Mg}^{2+}$ , 4 –  $\text{Cl}^-$ , 5 –  $\text{SO}_4^{2-}$ , 6 –  $\text{HCO}_3^-$ , М – мінералізація, а –  $\text{NO}_3^-$ , б –  $\text{NH}_4^+$ , в –  $\text{Fe}_{\text{заг}}$ .

На південний захід від м. Борислав в напрямку Карпатських гір талі води є найменш мінералізованими ( $0,072 \text{ мг/дм}^3$ ), характеризуються найменшим вмістом іон амонію ( $1,05 \text{ мг/дм}^3$ ) та заліза ( $1,1 \text{ мг/дм}^3$ ). Водночас у цій пробі зафіксовано одну з найвищих концентрацій нітратів ( $4,012 \text{ мг/дм}^3$ ). Найбільш мінералізовані талі води зафіксовані нами на південний схід та на північний захід від м. Борислав. У північно-західній околиці м. Борислава встановлено найвищу кількість заліза ( $1,78 \text{ мг/дм}^3$ ). Загалом хімічний склад талих вод зі снігу на цій території є маломінливий і чітких просторових закономірностей нами не встановлено.

**Таблиця 1.** Гідрохімічна характеристика талих вод зі снігу заходу України.

Об'єкт Досліджуваний показник	Околиці м. Борислав (за даними авторів)	г. Черногора (за даними [3])	р. Черемош (за даними [14])	ГДК (для питних вод)
Мінералізація, г/л	0,075		0,07	
Сума натрій ( $\text{Na}^+$ ) + калій ( $\text{K}^+$ ), мг/л	8,625	0,463	9,096	до 300
Кальцій ( $\text{Ca}^{2+}$ ), мг/л	6,475	0,22	6,72	не норм.
Магній ( $\text{Mg}^{2+}$ ), мг/л	3,7		2,627	до 80
Хлориди ( $\text{Cl}^-$ ), мг/л	7,275	н/в	7,942	до 250
Сульфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), мг/л	7,8	0,525	8,374	до 500
Гідрокарбонати ( $\text{HCO}_3^-$ ), мг/л	33,35		34,66	до 300
Нітрати ( $\text{NO}_3^-$ ), мг/л	3,58	0,295	3,64	до 45
Амоній загальний ( $\text{NH}_4^+$ ), мг/л	1,2	0,31	0,752	до 2,0
Залізо загальне ( $\text{Fe}_{\text{заг}}$ ), мг/л	1,45	0,033	1,516	до 0,3

У порівнянні з талими водами снігового покриву Черногори, досліджені авторами талі води характеризуються значно вищою концентрацією головних іонів та сполук азоту. Вміст усіх макрокомпонентів суттєво відрізняється на ділянці досліджень у порівнянні з Черногірським масивом. Зокрема, концентрація сульфат-іонів в околицях м. Борислава у 7 разів перевищує вміст цього компоненту у снігу Черногори, натрію і калію – у 15, іонів кальцію – у 29 разів. Вміст нітратів у водах з околиць м. Борислава у 12 разів, а іонів амонію у 4 рази більші у порівнянні з талими водами Черногори [3].

Мінералізація талих вод з околиць м. Борислава у 2,3 рази більша у порівнянні з талими водами дослідженими у районі с. Яблуниця у верхів'ї ріки Білий Черемош [14].

Таким чином хімічний склад атмосферних опадів у районі досліджень є відмінним від такого на фонових ділянках Карпатського регіону, що зумовлює необхідність враховувати це під час моделювання різноманітних гідрогеохімічних процесів.

## Висновки

1. Мінералізація талих вод з атмосферних опадів в районі м. Борислава коливається від 0,069 до 0,081 г/дм<sup>3</sup>. Води за хімічним складом хлоридно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво-натрієві. У порівнянні з талими водами з атмосферних опадів у межах заповідних територій Карпатського регіону, досліджені води характеризуються підвищеною мінералізацією та вмістом основних аніонів.

2. Концентрація іон-амонію у метеогенних талих водах коливається від 1,05 мг/дм<sup>3</sup> до 1,32 мг/дм<sup>3</sup> в середньому становлячи 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, що у 12 разів перевищує фонові значення в районі Черногори. Вміст нітратів змінюється від 3,078 мг/дм<sup>3</sup> до 4,012 мг/дм<sup>3</sup> за середнього значення 3,582 мг/дм<sup>3</sup>, що в 4 рази більше у порівнянні зі концентрацією нітритів у снігах Черногори.

3. Причиною високої концентрації головних іонів та сполук азоту, очевидно, є значне техногенне навантаження на атмосферу внаслідок діяльності нафтовидобувних та переробних підприємств регіону.

## ЛІТЕРАТУРА

1. A global assessment of precipitation chemistry and deposition of sulfur, nitrogen, sea salt, base cations, organic acids, acidity and pH, and phosphorus / Vet R., Artz R.S., Carou S., Shaw M. and other // *Atmos. Environ.* – 2014. № 93. – P. 3–100.
2. *Косовець-Скавронська О.О.* Надходження хімічних речовин з атмосферними опадами на територію України та оцінка їх ролі у формування хімічного складу річкових вод: Автореф. дис...канд. географ. наук: 11.00.07 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - К., 2010. – 20 с.
3. Distribution of heavy metals in the profile of peat Bog Zhuravlyne (Skolivski Beskydy, Ukrainian Carpathians) as an indicator of changes in chemical composition of air precipitations in historical retrospective / V. Kozlovskyy, M. Skrypnikova, O. Uspenskaya, N. Romanyuk // *Studia Biologica.* – 2010. – Issue 4/№3. – P.81-88.
4. Гірництво й підземні спороди в Україні та Польщі (нариси з історії) / Гайко Г., Білецький В., Мікось Т., Хмура Я. / Донецьк: УКЦентр, Донецьке відділення НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», 2009. — 296 с.
5. *Дригулич П.Г.* Проблеми урбанізованих територій під час розробки нафтогазових родовищ (на прикладі міста Борислава) / Дригулич П.Г., Пукіш А.В. // *Нафтогазова галузь України.* – 2013. – № 2. – С. 44–49.
6. *Екологія Львівщини 2014.* Львів: Львівська обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів, 2015. – 126 с.
7. *Природа Львівської області* / За ред. Геренчука К. І. — Львів, Вид-во ЛДУ, 1972. – 178 с.
8. *Метеопост.* Електронний ресурс. Режим доступу <http://meteorpost.com>. Назва з екрана.
9. *Унифицированные методы исследования качества вод.* Справочник. СЭВ Ч.1. - М.: Издательский отдел Управления делами Секретариата СЭВ, 1987. – 1244 с.
10. *Методика выполнения измерений массовых концентраций гидрокарбонатных ионов в пробах природных, поверхностных вод суши методом потенциометрического титрования* // РД 52.24.24-86. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. – 12с.
11. *Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою в поверхневих та біологічно очищених водах* // КНД 211.1.4.027-95. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. – 10с.
12. *Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах* // КНД 211.1.4.023-95. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. – 11с.
13. *Контроль якості питної води м. Вінниці за вмістом нітратів* / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, І. В. Васильківський [та ін.] // IV-ий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія / Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013 р. : Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня Діло, 2013. – С. 512–513.
14. *Карабин В.В.* Гідрохімія головних іонів вод р. Білий Черемош / Василь Карабин // *Геологія та геохімія горючих копалин.* – 2013. – № 1–2. – С. 101 – 106.

## REFERENCES:

1. *R.Vet, R. Artz, S. Carou, M. Shaw, Ro C.-U., Aas W., Baker A., Bowersox V.C., Dentener F., Galy-Lacaux C., Hou A., Pien-aar J.J., Gillett R., Forti M.C., Gromov S., Hara H., Khodzher T., Mahowald N.M., Nickovic S., Rao P.S.P., Reid N.W.* (2014). A global assessment of precipitation chemistry and deposition of sulfur, nitrogen, sea salt, base cations, organic acids, acidity and pH, and phosphorus. *Atmos. Environ.* – 2014. № 93. – P. 3–100.
2. *O. Kosovets'-Skavrons'ka* Nadkhodzhennya khimichnykh rehovyn z atmosfernymy opadamy na terytoriyu Ukrayiny ta otsinka yikh roli u formuvannya khimichnoho skladu richkovykh vod: Avtoref. dys...kand. heohraf. nauk: 11.00.07 [Proceeds chemicals from precipitation on the territory of Ukraine and evaluation of their role in the formation of the chemical composition of river water] / K., - 2010. – 20 p. [in Ukrainian].
3. Distribution of heavy metals in the profile of peat Bog Zhuravlyne (Skolivski Beskydy, Ukrainian Carpathians) as an indicator of changes in chemical composition of air precipitations in historical retrospective / V. Kozlovskyy, M. Skrypnikova, O. Uspenskaya, N. Romanyuk // *Studia Biologica.* – 2010. – Issue 4/№3. – P.81-88.

4. Hirnystvo y pidzemni sporudy v Ukrayini ta Pol'shchi (narysy z istoriyi) [Mining and underground facilities in Ukraine and Poland (Essays on History)] / Hayko H., Bilets'kyi V., Mikos' T., Khmura Ya. Donetsk: UKTsentr, Donets'ke viddilennya NTSh, «Redaktsiya hirnychoyi entsyklopediyi», 2009. — 296 p. [in Ukrainian].

5. P. Dryhulych. Problemy urbanizovanykh terytoriy pid chas rozrobky naftohazovykh rodovyshch (na prykladi mista Boryslava) [The problems of urban areas in the development of oil and gas fields (for example, Borislav City)] / Dryhulych P.H., Pukish A.V. // Naftohazova haluz' Ukrayiny. — 2013. — № 2. — P. 44–49. [in Ukrainian].

6. Ekolohiya L'vivshchyny 2014 [Environment of Lviv region 2014]. L'viv, L'vivs'ka oblasna derzhavna administratsiya. Departament ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv. — 2015. — 126 p. [in Ukrainian].

7. Pryroda L'vivskoyi oblasti / Za red. Herenchuka K. I. [Nature of Lviv region] — Lviv, Vyd-vo LDU, 1972. — 178 s. [in Ukrainian].

8. Meteopost. [Meteopost] Elektronnyy resurs. <http://meteopost.com>. [in Ukrainian]

9. Unyfitsyrovannye metody issledovaniya kachestva vod. Spravochnik. [Uniform methods of water quality research. Directory]. SЭV Ch.1. - M.: Yzdatel'skiy otdel Upravleniya delamy Sekretaryata SЭV, 1987. — 1244 s. [in Russian].

10. Metodika vypolneniya izmereniy massovykh kontsentratsiy gidrokarbonatnykh ionov v probakh prirodnykh. poverkhnostnykh vod sushi metodom potentsiometricheskogo titrovaniya [The method for measuring the mass concentration of bicarbonate ions in samples of natural, surface water by potentiometric titration] // RD 52.24.24-86. — K.: Ministerstvo okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha, 1995. — 12 s. [in Russian].

11. Metodyka fotometrychnoho vyznachennya nitrativ z salitsylovoyu kyslotoyu v poverkhnovykh ta biolohichno ochyshchenykh vodakh [Method photometric determination of salicylic acid nitrates in surface water and biologically treated] // KND 211.1.4.027-95. — K.: Ministerstvo okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha, 1995. — 10s. [in Ukrainian].

12. Metodyka fotometrychnoho vyznachennya nitryt-ioniv z reaktyvom Hrisa v poverkhnovykh ta ochyshchenykh stichnykh vodakh [Methods photometric determination of nitrite ions with a reagent Hrisa surface and treated wastewater] // KND 211.1.4.023-95. — K.: Ministerstvo okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha, 1995. — 11s. [in Ukrainian].

13. Kontrol' yakosti pytnoyi vody m. Vinnytsi za vmistom nitrativ [Quality control of drinking water in Vinnytsia of nitrates] / V. H. Petruk, S. M. Kvaternyuk, I. V. Vasyk'kiv's'kyi et al. // IV-yy Vseukrayins'kyi z'yizd ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu (Ekolohiya/Ecology-2013), 25-27 veresnya, 2013 r.: Zbirnyk naukovykh statey. — Vinnytsya: Vydavnytstvo-drukarnya Dilo, 2013. — S. 512–513. [in Ukrainian].

14. V. Karabyн Hidrokimiya holovnykh ioniv vod r. Bilyy Cheremosh [Hydrochemistry of the main ions of the Wite Cheremosh river]. Heolohiya ta heokimiya horyuchykh kopalyn. — 2013. — № 1–2. — P. 101 – 106. [in Ukrainian].

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. БОРИСЛАВА

**Карабын В.В., Рак Ю.Н.**

**Карабын В. В.** канд. геол. н., заведующий кафедрой экологической безопасности, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, [vasyl.karabyн@gmail.com](mailto:vasyl.karabyн@gmail.com).

**Рак Ю. Н.** адъюнкт, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, [julia.rak.1993@mail.ru](mailto:julia.rak.1993@mail.ru)

*Осуществлена оценка химического состава атмосферных осадков на территории одного из старейших нефтепромысловых районов Европы – Бориславском, выявлены его особенности для дальнейшего моделирования миграции загрязняющих веществ в гидросфере. Установлено, что минерализация талых вод из снега в пределах г. Борислав колеблется от 0,073 г/дм<sup>3</sup> до 0,081 г/дм<sup>3</sup> при среднем значении 0,075 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу талые воды хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциево-натриевые. Содержание ионов аммония в среднем составляет 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, нитратов – 3,582 мг/дм<sup>3</sup>. Наименее минерализованные (0,072 мг/дм<sup>3</sup>) и с низкой концентрацией ион аммония (1,05 мг/дм<sup>3</sup>) и железа (1,1 мг/дм<sup>3</sup>) осадки обнаружены нами на юго-западной окраине г. Борислав в направлении Карпатских гор. В то же время на этом участке зафиксировано одну из самых*



высоких концентраций нитратов ( $4,012 \text{ мг/дм}^3$ ). Наиболее минерализованные талые воды зафиксированы на юго-восточнее и северо-западнее г. Борислав. В общем, химический состав талых вод из снега на этой территории исследований малоизменчив. По сравнению с талыми водами снежного покрова фоновых участков Карпат, исследованные авторами, пробы снега характеризуются значительно более высокой концентрацией главных ионов и соединений азота. Причиной высокой концентрации главных ионов и соединений азота, вероятно, является значительная техногенная нагрузка на атмосферу в результате деятельности нефтедобывающих и перерабатывающих предприятий региона.

**Ключевые слова:** снег, химический состав атмосферных осадков, макрокомпоненты, главные ионы, ион-аммония, нитраты, г. Борислав, р. Тисьмениця.

## CHEMICAL COMPOSITION OF PRECIPITATION IN BORYSLAV AREA

**V. Karabyn, Yu. Rak**

**V. Karabyn** Ph.D (Geology), Head of Department, Lviv State University of Life Safety, vasyi.karabyn@gmail.com.

**Yu. Rak** Doctoral Student, Lviv State University of Life Safety, julia.rak.1993@mail.ru

*Chemical composition of precipitation on the territory of one of the oldest oilfield areas in Europe – Boryslav oilfield area has been estimated in the present research paper. Its features for further modelling of pollutants migration in the hydrosphere and lithosphere have been found. It has been established that mineralization of melt water from snow within the territory of Boryslav oilfield area ranges from  $0,073 \text{ g/dm}^3$  to  $0.081 \text{ g/dm}^3$  while mean value is  $0,075 \text{ g/dm}^3$ . Meltwater consists of the following chemical elements: chloride-hydrocarbonate, magnesium, calcium and sodium. An average content of ammonium ions is  $1.2 \text{ mg/dm}^3$ , nitrates –  $3.582 \text{ mg/dm}^3$ . Precipitations in the south-western part of Boryslav area towards the Carpathian Mountains are the least mineralized ( $0.072 \text{ mg/dm}^3$ ) and have the lowest concentration of ammonium ion ( $1.05 \text{ mg/dm}^3$ ) and iron ( $1.1 \text{ mg/dm}^3$ ). Meanwhile, one of the highest concentrations of nitrates ( $4,012 \text{ mg/dm}^3$ ) was detected in this region. The most mineralized melt waters are in the southeast and northwest parts of Boryslav area. In general, the chemical composition of melt waters from snow in this area of research is hardly varying. In comparison with melt waters from snow cover in Carpathians, examined by the authors, snow samples are characterized by significantly higher concentrations of major ions and nitrogen compounds. In particular, the concentration of sulfate ions is 7 times higher than in samples from Chornohora mountain range, sodium and potassium – 15, calcium – 29 times. The nitrate concentration in melt waters from Boryslav is 12 times higher and ammonium ions concentration is 4 times higher as compared to melt waters in Chornohora. The mineralization of melt waters from Boryslav area is 2.3 times higher as compared to melt waters studied near Yablunytzia village on the upper reaches of the Bilyi Cheremosh River. The reason for the high concentration of major ions and nitrogen compounds is, probably, significant human impacts on the atmosphere resulting from activity of oil producing and processing enterprises of the region.*

**Key words:** snow, chemical composition of precipitation, macrocomponents, major ions, ammonium ions, nitrates, Boryslav, the Tysmenytzia river.