

УДК 557.577.13: 624.131.6 (210.7) (262.5) (477.74)

Я. М. Біланчин¹, канд. геогр. наук, доцент,**В. І. Медінець**², канд. фіз.-мат. наук, керівник Центру,**Л. М. Гошуренко**¹, фахівець I кат.,**В. З. Піцик**², м. н. с.¹ кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,² регіональний центр інтегрованого моніторингу та екологічних досліджень,

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

АТМОСФЕРНІ ОПАДИ І ВІДКЛАДЕННЯ ТА ВОДИ ПІДҐРУНТОВОГО СТОКУ ОСТРОВА ЗМІЇНИЙ

Схарактеризовано результати вивчення у 2009-2012 рр. хімічного (іонного) складу атмосферних опадів та атмосферних сумарних (сухих і вологих) відкладень на поверхню о. Зміїний, умови формування і результати хімічного аналізу вод підґрунтового стоку.

Ключові слова: острів Зміїний, атмосферні опади та атмосферні відкладення, води підґрунтового стоку, хімічний (іонний) склад вод і відкладень.

ВСТУП

Атмосферні опади та атмосферні сумарні (сухі і вологі) відкладення на поверхню певної території – важлива характеристика умов і чинників формування її природно-екологічного та ландшафтно- і ґрунтово-геохімічного середовища. Зазвичай атмосферні опади і відкладення вивчаються в плані визначення їх кількості (маси), значно рідше – їхнього хімічного складу. Зазначимо, що і кількість, і хімічний склад атмосферних опадів і відкладень – це важливі чинники формування гідрології і гідрохімії території, водного і сольового режиму ґрунтів, у певній мірі вони визначають направленість та інтенсивність ландшафтно-геохімічних, біотичних і ґрунтотворних процесів, специфіку речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів, а часто і геохімічного ландшафту в цілому [5-7, 9, 10, 18].

Встановлено [17] якісний зв'язок природних вод певної території в системі їхнього колообігу за схемою: атмосферні опади – поверхневі води та їх інфільтрація через ґрунтово-підґрунтову товщу – підґрунтові води (ПВ). При інфільтрації-просочуванні атмосферні води вступають у взаємодію та хімічні реакції з ґрунтами – підґрунтам, в результаті чого трансформуються їхні рН та хімічний склад, суттєво зростає мінералізація інфільтраційно-підґрунтових вод.

Тобто, хімічний склад ПВ визначається як хімічним складом атмосферних опадів, так у значній мірі і речовинно-хімічним складом ґрунтів-підґрунтя території формування [4, 7-10, 17, 21]. Встановлено [4, 8], що чим вища біогенна значимість тих чи інших хімічних речовин і елементів (наприклад, С, N, P, Ca, K), тим у більшій мірі вони поглинаються організмами і міграційно менш рухливі порівняно із елементами біогенно менш значимими (для прикладу, Cl, Na, Mg). Останні зазвичай вирізняються високою міграційною здатністю і виносяться природними водами чи з внутрішньогрунтовым стоком за межі свого поширення та являються

основними компонентами соленагромадження в природних ландшафтах, ґрунтах, водоймах тощо.

Переміщуючись у товщі ґрунту-підґрунтя по відносному водоупору в горизонтальній площині, ПВ переходять у стан ґрунтового потоку (внутрішньогрунтового стоку за О. А. Роде [20]). Ґрунтова волога переходить у стан стоку, коли вміст її більше найменшої вологоємності (НВ) ґрунту. Із зниженням вмісту вологи до значень менше НВ стік ПВ (внутрішньогрунтовий стік) припиняється. Зазначимо, що завдяки ПВ та їхньому підґрунтовому стоку здійснюється енергійний обмін між ґрунтами і підстиляючими їх породами [7, 10, 20], що сутнісно характеризує геохімічне спряження між елементарними ландшафтами в межах геохімічного ландшафту (за О. І. Перельманом [18]) чи ландшафтно-геохімічної катени (за М. А. Глазовською [5, 6]).

Починаючи з 50-60-х рр. минулого століття, активізуються дослідження хімічного складу атмосферних опадів, рідше атмосферних відкладень як джерела засолення й осолонцювання ґрунтів, важливого чинника формування гідрогеолого-меліоративної ситуації на півдні України та в інших регіонах колишнього СРСР [2, 7, 16, 17, 20, 21 та ін.]. На о. Зміїний систематичне вивчення кількості та хімізму атмосферних опадів і відкладень започатковано лише з 2003 року співробітниками регіонального центру інтегрованого моніторингу та екологічних досліджень ОНУ імені І. І. Мечникова в рамках атмосферного блоку комплексного моніторингу екосистеми острова [12, 13, 15]. У 2009 році започатковано дослідження умов формування і хімізму вод підґрунтового стоку (ПВ) острова у залежності від кількості і хімізму атмосферних опадів і відкладень на його поверхню, речовинно-хімічного складу і властивостей тутешніх ґрунтів.

Об'єкт дослідження – атмосферні опади і відкладення та води підґрунтового стоку (ПВ) о. Зміїний. **Предмет дослідження** – сезонна і багаторічна динаміка кількості і хімічного (іонного) складу атмосферних опадів та відкладень, умови формування і хімічний склад ПВ. **Мета роботи** – з'ясування ролі атмосферних опадів і відкладень на поверхню о. Зміїний, речовинно-хімічного складу ґрунтово-підґрунтової товщі острова у формуванні ПВ та їхнього хімічного складу. При виконанні роботи використано загальноприйняті **методи** ландшафтно- і ґрунтово-геохімічних та атмосферно- і гідролого-хімічних досліджень [3, 5, 12, 13, 15, 17, 20].

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО О. ЗМІЙНИЙ, ЙОГО КЛІМАТИЧНІ, АТМОСФЕРНО- І ГІДРОЛОГО-ХІМІЧНІ УМОВИ

Острів Зміїний площею всього 20,5 га – єдиний останець суходолу девонського часу на північно-західному шельфі Чорного моря з максимальною висотою поверхні в межах вододільного гребенеподібного плато 40-41 м. Складений щільними силікатними (кислими) породами значної міцності, які повсюдно виходять на денну поверхню, займаючи від 5-10 до 30-50% площі, а інколи й більше. Кора вивітрювання між виходами скельних порід зазвичай малопотужна – від 1-5 до 20-30, рідко 50-60 см, кам'янисто-щебенювата, некарбонатна. Ділянки поверхні, де товща кори вивітрювання більше 10-12 см, покриті більш чи менш густою степовою трав'яною рослинністю. Під її покривом сформувались неповнорозвинені і короткопрофільні чорноземні ґрунти – некарбонатні, кам'янисто-щебенюваті, кислі, а часто й сильнокислі, в різній мірі солонцюваті, а інколи й засолені [1, 11].

На ділянках, де щільні породи залягають на глибині до 8-10 (12) см, зокрема довкола їхніх виходів на денну поверхню, візуально чітко виділяються контури сильнокам'янисто-щебенуватих примітивних ґрунтів із пригніченою трав'яною рослинністю, а інколи і без такої. В останньому випадку кам'яниста поверхня покрита літофільними лишайниками, рідше мохом.

Внаслідок порівняно невеликих розмірів і замкнутості Чорного моря, близькості о. Зміїний до берега моря клімат району острова в значній мірі піддається впливу оточуючої суші і має риси континентальності. Середньорічна кількість опадів тут становила лише 213 мм у 1950-1961 і 294 мм у 2004-2007 рр. [13]. Виразні ознаки середземноморської ритміки випадання атмосферних опадів. Низькі суми опадів пояснюються домінуванням у теплий період року антициклональної погоди та бризовими інверсіями. У літні місяці дощі частіше зливового характеру, зумовлені виходом на цей район середземноморських циклонів [13, 19].

Атмосферні опади – єдине джерело вологозабезпечення на острові, оскільки горизонт підґрунтових вод тут відсутній через сильну кам'янистість ґрунтів та тріщинуватість підстилаючих їх корінних щільних порід. Завдяки атмосферним опадам формується поверхневий і внутрішньогрунтовий-підґрунтовий стік, локально проявляються делювіальні, інколи й ерозійні процеси. Однак через незначну кількість опадів, дуже високу (буквально провальну) водопроникність ґрунтово-підґрунтової товщі та надзвичайно високу здатність степової трав'яної рослинності острова утримувати й акумулювати атмосферну вологу у горизонтах наземної степової підстилки + ґрунтової дернини [11], всі ці процеси швидкоплинні та малоінтенсивні. За нашими спостереженнями підґрунтовий стік тут зазвичай формується через 20 – 30 (35) годин після танення снігу та випадання рясних дощів. Уже через 2-3 доби після появи підґрунтовий стік з території острова припиняється.

Через повну відкритість о. Зміїний характеризується високими швидкостями вітру, в період з листопада по березень часто більше 20, і навіть до 40 м/с. Переважають вітри північного та південного напрямків [13, 19]. В результаті на поверхню острова практично цілорічно з атмосферними опадами, сухими і вологими атмосферними відкладеннями, а також безпосередньо з моря (імла, бризки, піна) приносяться солі (пересічно хлориди і сульфати натрію), біофільні елементи і речовини, які є важливим чинником формування тутешнього ландшафтно-геохімічного середовища та ґрунтоутворення [1, 10-12, 16, 18].

ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Блок кліматичних, метеорологічних й атмосферно-хімічних досліджень на о. Зміїний, який виконується з серпня 2003 р. Центром інтегрованого моніторингу та екологічних досліджень ОНУ, включає визначення кількості, відбір та хімічний аналіз проб атмосферних опадів і сумарних (сухих і вологих) відкладень [12]. При цьому використовуються опадомір Третьякова – для визначення кількості опадів за певний проміжок часу, відбірники проб атмосферних опадів та відкладень – для проведення аналізу іонного складу атмосферних опадів і відкладень відповідно. Проби вод підґрунтового стоку (ПВ) відбирались в місцях їхнього виклинювання в зоні узбережних крутосхилів та урвищ.

Аналіз проб атмосферних і підґрунтових вод проведено в лабораторіях хімічного аналізу ґрунтів і вод ПНДЛ-4 та Центру інтегрованого моніторингу ОНУ. В лабораторії Центру моніторингу аніонний і катіонний склад атмосферних опадів та

відкладень визначався методом іонної хроматографії з використанням хроматографа Personal IC 790 фірми METROHM LTD (Швейцарія). Електропровідність зразків визначалась портативним кондуктометром HI 9033, водневий показник (pH) – з допомогою портативного рН-метра HydruS 100 (детальніше див. [12, 15]).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Результати визначення хімічного (іонного) складу атмосферних опадів та вод підгрунтового стоку о. Зміїний (2009-2012 рр.) наведено у таблицях 1 і 2 відповідно. Визначено також вміст сполук азоту і фосфору в атмосферних опадах і водах підгрунтового стоку (табл. 3).

Спершу схарактеризуємо результати аналізів хімічного складу атмосферних опадів на поверхню острова. Як видно із табл. 1, значення водневого показника (pH) в атмосферних опадах 2009-2012 рр. в межах 5,0-6,8, до 7,2 у травні 2012 р. Середнє значення рН за ці роки – $6,10 \pm 0,22$ [14]. У 2003 – 2007 рр. середнє значення рН опадів складало $4,9 \pm 0,3$ [15]. Очевидне зниження ступеня кислотності атмосферних опадів в останнє десятиріччя від середнього до слабкого у 2009-2012 рр.

Мінералізація та хімічний (іонний) склад атмосферних опадів на поверхню о. Зміїний суттєво різняться у залежності від сезону року. У весняно-літні місяці, коли переважає антициклональна погода, мінералізація опадів зазвичай менше $0,1 \text{ г/дм}^3$. І лише в дні з штормовим вітром мінералізація опадів більше $0,1 \text{ г/дм}^3$ (див. табл. 1), що зумовлено суттєвим збільшенням в ці дні поступання морських солей. В осінньо-зимовий період мінералізація опадів зазвичай перевищує $0,1$, і навіть $0,2 \text{ г/дм}^3$, що спричинено суттєвим посиленням у ці місяці швидкостей вітру та збільшенням поступання солей з акваторії моря. Стабільно типовим для іонного складу атмосферних опадів є хлоридно-натрієвий тип хімізму, практично ідентичний хімізму морської води. Причому з посиленням швидкостей вітру, особливо в осінньо-зимові місяці, вміст і частка Cl^- і Na^+ іонів в атмосферних водах різко зростає. На другому місці за величиною вкладу у хімічний склад опадів SO_4^{2-} і Mg^{2+} іони. Сумарне різке домінування в атмосферних опадах острова хлоридів і сульфатів натрію та магнію засвідчує загалом їх морське походження. Практично до аналогічного висновку щодо природи компонентів хімічного складу атмосферних опадів району чорноморського м. Адлер у 60-х роках минулого століття прийшла також А. А. Колодяжна [9].

Відносно тенденцій сучасної зміни хімічного складу та мінералізації атмосферних опадів на о. Зміїний зазначимо наступне: за результатами багаторічного контролю іонного складу опадів співробітниками Центру інтегрованого моніторингу ОНУ встановлено зростання у 2009-2012 рр. мінералізації опадів у $1,4 - 1,8$ разів порівняно із 2003 – 2008 рр. [14].

Певне уявлення про вміст сполук азоту (N-NO_3 і N-NH_4) та фосфору (PO_4) в атмосферних опадах на острові в 2009 – 2012 рр. дають дані, наведені у табл. 3. Зазначимо, що наявність цих сполук в опадах частіше пов'язується [6, 8-10, 15 та ін.] із забрудненням атмосфери. Їх вміст в опадах на поверхню острова зазвичай менше 1 мг/дм^3 . Однак, у літніх опадах під час і після проходження гроз концентрація NH_4 -іону зростає до 3-4 (6) мг/дм^3 . Статистична обробка результатів систематичного визначення цих компонентів іонного складу опадів 2009 – 2012 рр. виявила наступні їх усереднені дані: нітратів – $2,99 \pm 3,40$, амонію – $1,23 \pm 2,46$, фосфатів – $0,51 \pm 2,14$ і калію – $1,35 \pm 1,77 \text{ мг/дм}^3$ [14].

Таблиця 1

Хімічний (іонний) склад атмосферних опадів на о. Зміїний у 2009-2012 рр.

Дата відбору проби дощової води	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³
		$\frac{\text{ммоль/дм}^3}{\text{мг/дм}^3}$							
08.07.2009	5,50	$\frac{0,02}{1,2}$	$\frac{0,36}{12,8}$	$\frac{0,16}{7,7}$	$\frac{0,04}{0,08}$	$\frac{0,12}{1,5}$	$\frac{0,36}{8,3}$	$\frac{0,02}{0,8}$	0,03
19.10.2009	5,28	$\frac{0,02}{1,2}$	$\frac{0,32}{11,4}$	$\frac{0,22}{10,6}$	$\frac{0,02}{0,4}$	$\frac{0,12}{1,4}$	$\frac{0,40}{9,2}$	$\frac{0,02}{0,8}$	0,04
15.12.2009	5,55	$\frac{0,24}{14,6}$	$\frac{1,68}{59,6}$	$\frac{0,32}{15,4}$	$\frac{0,08}{1,6}$	$\frac{0,36}{4,4}$	$\frac{1,72}{39,6}$	$\frac{0,08}{3,1}$	0,14
29.09.2010	6,40	$\frac{0,32}{19,5}$	$\frac{1,56}{55,4}$	$\frac{0,16}{7,7}$	$\frac{0,24}{4,8}$	$\frac{0,40}{4,9}$	$\frac{1,34}{30,8}$	$\frac{0,06}{2,3}$	0,12
26.11.2010	5,60	$\frac{0,04}{2,4}$	$\frac{0,80}{28,4}$	$\frac{0,48}{23,0}$	$\frac{0,04}{0,8}$	$\frac{0,52}{6,3}$	$\frac{0,75}{7,3}$	$\frac{0,01}{0,4}$	0,08
04.05.2011*	6,30	$\frac{0,22}{13,4}$	$\frac{2,44}{85,4}$	$\frac{0,30}{14,4}$	$\frac{0,12}{2,4}$	$\frac{0,88}{10,6}$	$\frac{1,88}{43,2}$	$\frac{0,08}{3,1}$	0,17
09.05.2011*	6,15	$\frac{0,18}{11,0}$	$\frac{2,04}{71,4}$	$\frac{0,26}{12,5}$	$\frac{0,24}{4,8}$	$\frac{0,64}{7,8}$	$\frac{1,52}{35,0}$	$\frac{0,08}{3,1}$	0,14
26.06.2011*	6,35	$\frac{0,28}{17,1}$	$\frac{2,00}{71,0}$	$\frac{0,26}{12,5}$	$\frac{0,12}{2,4}$	$\frac{0,82}{9,8}$	$\frac{1,50}{34,5}$	$\frac{0,10}{3,9}$	0,15
09.10.2011	6,54	$\frac{0,40}{24,4}$	$\frac{3,12}{110,8}$	$\frac{0,50}{24,0}$	$\frac{0,20}{4,0}$	$\frac{1,64}{20,0}$	$\frac{2,08}{47,8}$	$\frac{0,10}{3,9}$	0,23
19.12.2011	6,25	$\frac{0,24}{14,6}$	$\frac{1,36}{48,3}$	$\frac{0,44}{21,1}$	$\frac{0,12}{2,4}$	$\frac{0,68}{8,3}$	$\frac{1,20}{27,6}$	$\frac{0,04}{1,6}$	0,12
21.05.2012	7,20	$\frac{0,20}{12,2}$	$\frac{0,12}{4,2}$	$\frac{0,08}{3,8}$	$\frac{0,16}{3,2}$	$\frac{0,12}{1,4}$	$\frac{0,11}{2,5}$	$\frac{0,01}{0,4}$	0,03
25.05.2012*	6,65	$\frac{0,03}{1,8}$	$\frac{2,40}{84,0}$	$\frac{0,30}{14,4}$	$\frac{0,16}{3,2}$	$\frac{0,44}{5,4}$	$\frac{2,08}{47,8}$	$\frac{0,05}{2,0}$	0,16
29.05.2012	6,80	$\frac{0,56}{34,2}$	$\frac{0,28}{9,8}$	$\frac{0,12}{5,8}$	$\frac{0,40}{8,0}$	$\frac{0,24}{2,9}$	$\frac{0,22}{5,1}$	$\frac{0,10}{3,9}$	0,07
10.12.2012*	5,05	$\frac{0,02}{1,2}$	$\frac{2,12}{75,3}$	$\frac{0,26}{12,5}$	$\frac{0,08}{1,6}$	$\frac{0,36}{4,4}$	$\frac{1,90}{43,7}$	$\frac{0,06}{2,3}$	0,14

*Примітка: Проби дощової води відібрано під час буревію

Згідно із матеріалами досліджень Центру інтегрованого моніторингу ОНУ [12, 15], на поверхню о. Зміїний із сумарними (сухими і вологими) атмосферними відкладеннями поступають переважно іони морських солей (Cl , Na , SO_4 , Mg , Br), у значній кількості і біогени - NO_3 , NH_4 , K та PO_4 . Максимальна інтенсивність їх випадання у весняно-літній період та осінні місяці з штормовими вітрами. У найбільшій кількості поступають на поверхню острова з атмосферними відкладеннями Cl - і Na -іони, тобто солі морської води – $51,2 \pm 31,8$ і $22,6 \pm 14,7$ $\text{мг/м}^2 \cdot \text{добу}$ відповідно у середньому за 2003-2007 рр. Інтенсивність атмосферних відкладень інших іонів складала в середньому за ці роки: SO_4 – $10,1 \pm 6,3$, Mg – $3,9 \pm 2,4$, NO_3 – $2,95 \pm 1,83$, NH_4 – $1,43 \pm 0,89$, K – $1,38 \pm 0,83$ і PO_4 – $0,95 \pm 0,55$ $\text{мг/м}^2 \cdot \text{добу}$. Встановлено [15] збільшення в 1,9 – 2,6 разів інтенсивності сумарних відкладень нітратів і сульфатів на поверхню острова у 2003 – 2007 рр. порівняно із попередніми 1990-1992 рр.

Результати аналізів хімічного складу вод підгрунтового стоку (ПВ) о. Зміїний 2009-2012 рр. (табл. 2 і 3) підтверджують усталену в гідрології ґрунту та висловлену у вступному розділі нашої статті думку, що у формуванні ПВ та їхнього хімічного складу визначальною є роль як кількості і хімічного складу атмосферних опадів та атмосферних відкладень на поверхню острова, так і речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів-підгрунтя його території. При інфільтрації атмосферні води розсолюють товщу ґрунтів-підгрунтя, вступають з ними у взаємодію та хімічні реакції. В результаті трансформуються рН і хімічний склад інфільтраційних вод, суттєво збільшується їх мінералізація порівняно із вихідною атмосферних опадів.

У хімічному складі ПВ острова, як видно із табл. 2, різко домінують Cl - і Na -іони, суттєво менше кількості SO_4 - і Mg -іонів. Тобто хімічний (іонний) склад ПВ формується, в основному, за рахунок морських солей, які поступають на поверхню острова з атмосферними опадами та атмосферними відкладеннями. У весняно-літні місяці відносно спокійної (переважно антициклональної) погоди мінералізація ПВ в межах $1,1$ - $1,6$ г/дм^3 , у структурі хімічного складу вод вміст Cl -іону складає 55-75, до 80-85 %-екв., а Na -іону – 50-70, до 79 %-екв. У наступні 2-3 дні після сильних вітрів та зливових дощів мінералізація ПВ збільшується, при цьому зростають у 1,5-2,0 рази абсолютні значення вмісту Cl - і Na -іонів, що опосередковано підтверджує збільшення поступання на острів у буремні дні солей з акваторії моря. Найбільш же суттєво зростає мінералізація ПВ (до 2-3 г/дм^3) та вміст Cl - і Na -іонів у водах в осінньо-зимовий період, коли на острові панує вітряна погода. Вміст SO_4 - і Mg -іонів у структурі хімічного складу ПВ острова впродовж року варіює в межах від 12-22 до 35, і навіть 44-49 %-екв. У декількох пробах ПВ наявні Ca -іони у кількості 5-14, до 16 %-екв., значно рідше – HCO_3 - і K -іони – до 6-7 %-екв. аніонно-катионного складу вод.

Схарактеризовані вище результати спряжених досліджень хімічного складу атмосферних опадів, атмосферних відкладень та ПВ о. Зміїний дають підстави стверджувати, що ландшафтно- і ґрунтово-геохімічна роль атмосферних опадів тут зводиться до виносу солей, які поступають на поверхню острова з атмосферними опадами і відкладеннями, за межі ґрунтово-підгрунтової товщі. Іншими словами – до ролі природного знесолювального меліоратора ландшафту острова. Засолення ж ґрунтів тут вірогідне лише в періоди тривалого бездощів'я [1, 11].

Із результатів хімічного аналізу ПВ острова (табл. 2) привертає увагу різке збільшення в них, починаючи з травня 2012 р., значень мінералізації (до 6-8 г/дм^3) та вмісту Cl - і Na -іонів – у 6-8 разів порівняно із попереднім періодом. Тенден-

Таблиця 2

**Результати хімічного аналізу вод підгрунтового стоку (ПВ)
о. Зміїний 2009-2012 рр.**

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
12.07.2009	Пд-Сх частина	3,35	0,00 0,0	17,14 599,9	4,80 230,4	1,32 26,4	2,52 30,2	17,40 400,2	0,70 27,3	1,31	M 1,31 Cl 78 SO ₄ 22 Na 79 Mg 12 Cl 78 SO ₄ 22 Na 79 Mg 12
	Східна частина	4,25	0,04 2,4	19,08 667,8	3,70 177,6	1,00 20,0	4,40 52,8	16,8 386,4	0,62 24,2	1,33	M 1,33 Cl 84 SO ₄ 16 Na 74 Mg 19 Cl 84 SO ₄ 16 Na 74 Mg 19
20.10.2009	Пд-Зх частина	4,01	0,04 2,4	36,68 1283,8	9,92 476,2	3,56 71,2	6,08 73,0	35,60 818,8	1,40 54,6	2,78	Cl 79 SO ₄ 21 Na 76 Mg 13 Ca 8 Cl 79 SO ₄ 21 Na 76 Mg 13 Ca 8 M 1,39
	Південна частина	3,48	0,00 0,0	20,76 726,6	3,24 155,5	1,16 23,2	4,12 49,4	18,20 418,6	0,52 20,3	1,39	Cl 86 SO ₄ 14 Na 76 Mg 17 Ca 5 Cl 86 SO ₄ 14 Na 76 Mg 17 Ca 5

Продовження таблиці 2

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
17.12.2009	Східна частина	4,29	0,04 2,4	49,24 1723,4	6,66 319,7	3,36 67,2	10,68 128,2	40,80 938,4	1,10 42,9	3,22	M 3,22 Cl 88 SO ₄ 12 Na 73 Mg 19 Ca 6 Cl 88 SO ₄ 12 Na 73 Mg 19 Ca 6
	Пд-3х частина	6,60	1,68 102,5	19,60 686,0	3,35 160,8	3,44 68,8	4,48 53,8	15,20 349,6	1,51 58,8	1,48	Cl 79 SO ₄ 14 HCO ₃ 7 Na 62 Mg 18 Ca 14 K 6 Cl 79 SO ₄ 14 HCO ₃ 7 Na 62 Mg 18 Ca 14 K 6
30.09.2010	Східна частина	4,16	0,02 1,2	9,01 315,4	8,65 415,2	0,86 17,2	3,32 39,8	12,60 289,8	0,90 35,1	1,11	M 1,11 Cl 51 SO ₄ 49 Na 71 Mg 19 K 5 Ca 5 Cl 51 SO ₄ 49 Na 71 Mg 19 K 5 Ca 5
10.10.2010	Східна частина	4,24	0,02 1,2	9,09 318,2	8,77 421,0	1,10 22,0	3,44 41,3	12,60 289,8	0,74 28,8	1,12	M 1,12 Cl 51 SO ₄ 49 Na 71 Mg 19 Ca 6 Cl 51 SO ₄ 49 Na 71 Mg 19 Ca 6

Продовження таблиці 2

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	ммоль/дм ³ мг/дм ³					Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
					SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺								
21.12.2010	Східна частина	3,80	0,00 0,0	17,80 623,0	6,14 294,7	1,34 26,8	4,16 49,9	17,60 404,8	0,84 32,8	1,44	M 1,44 Cl 74 SO ₄ 26 Na 74 Mg 17 Ca 6 Cl 74 SO ₄ 26 Na 74 Mg 17 Ca 6			
14.05.2011*	Пн-Зх частина	3,65	0,00 0,0	23,40 819,0	4,92 236,2	2,72 54,4	8,12 97,4	16,80 386,4	0,68 26,5	1,62	Cl 83 SO ₄ 17 Na 59 Mg 29 Ca 10 Cl 83 SO ₄ 17 Na 59 Mg 29 Ca 10			
	Пд-Зх частина	3,20	0,00 0,0	16,00 560,0	11,08 531,8	2,52 50,4	10,12 121,4	13,40 308,2	1,04 40,6	1,61	M 1,61 Cl 59 SO ₄ 41 Na 50 Mg 37 Ca 9 Cl 59 SO ₄ 41 Na 50 Mg 37 Ca 9			
28.06.2011*	Північна частина	3,34	0,00 0,0	26,28 919,8	6,72 322,6	4,36 87,2	6,42 77,0	21,40 492,2	0,82 32,0	1,93	M 1,93 Cl 80 SO ₄ 20 Na 65 Mg 19 Ca 13 Cl 80 SO ₄ 20 Na 65 Mg 19 Ca 13			

Продовження таблиці 2

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
	Південна частина	3,10	0,00 0,0	12,04 421,4	16,59 796,3	3,04 60,8	8,74 104,9	15,60 358,8	1,25 48,8	1,79	М 1,79 Cl 58 SO ₄ 42 Na 54 Mg 31 Ca 11 Cl 58 SO ₄ 42 Na 54 Mg 31 Ca 11
20.10.2011	Північна частина	4,18	0,00 0,0	25,48 891,8	4,42 212,2	1,05 21,0	10,39 124,7	18,00 414,0	0,46 17,9	1,68	М 1,68 Cl 85 SO ₄ 15 Na 60 Mg 35 Cl 85 SO ₄ 15 Na 60 Mg 35
	Пд-3х частина	3,18	0,00 0,0	15,04 526,4	9,24 443,5	3,88 77,6	7,60 91,2	12,00 276,0	0,80 31,2	1,45	М 1,45 Cl 62 SO ₄ 38 Na 50 Mg 31 Ca 16 Cl 62 SO ₄ 38 Na 50 Mg 31 Ca 16
22.05.2012	Пд-3х частина	3,28	0,00 0,0	15,20 532,0	11,28 541,5	0,00 0,0	10,92 131,0	14,40 331,2	1,16 45,2	1,58	М 1,58 Cl 57 SO ₄ 43 Na 54 Mg 41 Cl 57 SO ₄ 43 Na 54 Mg 41

Продовження таблиці 2

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
26.05.2012*	Там же	3,37	0,00 0,0	15,28 534,8	11,84 568,3	0,00 0,0	11,31 135,8	14,60 335,8	1,20 46,8	1,62	M 1,62 Cl 56 SO ₄ 44 Na 54 Mg 42 Cl 56 SO ₄ 44 Na 54 Mg 42
30.05.2012	Пд-3х частина	3,27	0,00 0,0	15,08 527,8	11,64 558,7	0,00 0,0	10,92 131,0	14,60 335,8	1,20 46,8	1,60	M 1,60 Cl 56 SO ₄ 44 Na 55 Mg 41 Cl 56 SO ₄ 44 Na 55 Mg 41
24.05.2012	Північна частина	4,43	0,16 9,8	42,12 1474,6	10,42 500,2	0,44 8,8	14,16 169,9	37,10 853,3	1,00 39,0	3,06	M 3,06 Cl 80 SO ₄ 20 Na 70 Mg 27 Cl 80 SO ₄ 20 Na 70 Mg 27
26.05.2012*	Там же	3,93	0,00 0,0	101,12 3539,2	16,28 781,4	7,20 144,0	19,20 230,4	89,00 2047,0	2,00 78,0	6,82	M 6,82 Cl 86 SO ₄ 14 Na 76 Mg 16 Ca 6 Cl 86 SO ₄ 14 Na 76 Mg 16 Ca 6

Закінчення таблиці 2

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація, г/дм ³	Структура хімічного складу ПВ, % - екв. (формула Курлова)
30.05.2012	Там же	3,34	0,00 0,0	93,76 3281,6	11,92 572,1	9,80 196,0	21,48 257,8	73,00 1679,0	1,40 54,6	6,04	M 6,04 Cl 89 SO ₄ 11 Na 69 Mg 20 Ca 9 Cl 89 SO ₄ 11 Na 69 Mg 20 Ca 9
12.12.2012*	Північна частина	3,38	0,00 0,0	131,56 4604,6	12,25 588,0	7,00 140,0	26,52 318,2	108,00 2484,0	2,29 89,3	8,22	M 8,22 Cl 91 SO ₄ 9 Na 75 Mg 18 Cl 91 SO ₄ 9 Na 75 Mg 18 M 6,08
	Пд-3х частина	4,06	0,00 0,0	108,56 3799,6	0,59 28,3	11,60 232,0	23,84 286,1	71,00 1633,0	2,71 105,7	6,08	Cl 99 Na 65 Mg 22 Ca 11 Cl 99 Na 65 Mg 22 Ca 11 M 5,74
	Пд-Сх частина	3,10	0,00 0,0	93,16 3260,6	7,49 359,5	5,20 104,0	18,56 222,7	75,00 1725,0	1,89 73,7	5,74	Cl 93 SO ₄ 7 Na 74 Mg 18 Ca 5 Cl 93 SO ₄ 7 Na 74 Mg 18 Ca 5

*Примітка: Проби вод підгрунтового стоку відібрано на 2-3-й день після буревію та зливових дощів

ція до збільшення значень названих показників у ці місяці спостерігається і в атмосферних опадах (табл. 1), а за інформацією Центру інтегрованого моніторингу ОНУ – і в атмосферних відкладеннях на поверхню острова. З'ясування природи чи причини різкого збільшення мінералізації вод підгрунтового стоку з острова, починаючи з другої половини 2012 р., буде вже предметом наших наступних педо-галогеохімічних досліджень.

Крім атмосферних опадів і атмосферних відкладень, як зазначалось вище, у формуванні хімічного складу ПВ острова суттєво значима також роль ґрунтів і порід підгрунтя його території. При інфільтрації атмосферної вологи через ґрунтово-підґрунтову товщу трансформується її водневий показник (рН). Крім солей, розчиняються і поступають із ґрунту в інфільтраційну воду органічні сполуки, в т.ч. і гумусу, мінеральні сполуки NPK. Проби вод підгрунтового стоку на всі дати відбору брудно-бурого забарвлення через більший чи менший вміст водорозчинної ґрунтової органіки. Значення рН ПВ зазвичай у межах 3,1-4,4 (табл. 2), що ідентично значенням рН нижніх горизонтів ґрунтів і порід підгрунтя. У водах атмосферних опадів значення рН завжди вищі.

Доволі високий у ПВ острова вміст азоту і калію, і дуже високий – фосфору (табл. 2 і 3), кількість яких суттєво збільшується після рясних опадів. Причому кількість нітратного азоту в водах більше вмісту азоту аміачного, що пояснюється більшою міграційною здатністю азоту нітратного порівняно із аміачним [6, 8, 10, 18]. Очевидно, сполуки NPK атмосферою вологою вимиваються із ґрунту і поступають на підґрунтовий стік. Як засвідчили результати аналізів, ґрунти острова вирізняються високим і середнім ступенем забезпеченості азотом та дуже високою і високою забезпеченістю рухомими фосфором і калієм. Приблизно таке ж співвідношення N:P:K складається і у водах підгрунтового стоку (див. табл. 2 і 3). Можна думати, що легкорозчинні (морські) солі, а в значній кількості і біофільні елементи атмосферними водами вимиваються із ґрунтів острова і з підґрунтовим стоком виносяться за його межі (в море). А по тріщинах у щільних породах геологічної будови острова з водами підгрунтового стоку солі та біофільні елементи із ґрунтів у значній кількості поступають і в горизонти глибинних ґрунтових (артезіанських) вод. Про це свідчить наступний факт. У воді із артезіанської свердловини № 1 на острові з глибини 200 м станом на 06.11. 2012 р. лабораторією Центру інтегрованого моніторингу ОНУ виявлено: Cl^- - 756, SO_4^{2-} - 242, N-NO_3^- - 200, N-NH_4^+ - 204, K^+ - 146, PO_4^{3-} - 527 мг/дм³.

ВИСНОВКИ

1. Район о. Зміїний вирізняється високими швидкостями вітру, особливо в осінньо-зимові місяці. В результаті хімічний склад атмосферних опадів та сумарних (сухих і вологих) атмосферних відкладень на поверхню острова формується переважно за рахунок морських солей, а також аерального надходження солей і біофільних елементів із прилеглої до Чорного моря суші.

2. Мінералізація та хімічний (іонний) склад атмосферних опадів на поверхню острова суттєво різняться у залежності від сезону року. У весняно-літні місяці переважно антициклональної погоди мінералізація опадів зазвичай менша 0,1 г/дм³, а в дні із сильними вітрами перевищує 0,1 г/дм³ за рахунок збільшення вмісту морських солей (головно хлоридів натрію). В осінньо-зимовий період домінування вітряної погоди мінералізація опадів більше 0,1, і навіть більше 0,2 г/дм³. У хіміч-

Таблиця 3
Вміст сполук азоту і фосфору в атмосферних опадах і водах підґрунтового стоку (ПВ) о. Зміїний у 2009-2012 рр.

Дата відбору проби води	Місце відбору проби ПВ на території острова	мг/дм ³			Дата відбору проби води	Місце відбору проби ПВ на території острова	мг/дм ³		
		N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅			N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅
Вода атмосферних опадів									
08.07.2009		0,65	0,36	0,30	26.06.2011*		0,67	3,50	0,80
19.10.2009		1,00	0,60	0,50	09.10.2011		0,80	3,80	0,00
15.12.2009		0,80	0,16	0,00	19.12.2011		0,80	0,50	0,00
29.09.2010		0,40	0,20	0,00	21.05.2012		0,80	1,50	0,00
26.11.2010		0,40	0,13	0,00	25.05.2012*		0,80	0,50	0,20
04.05.2011*		1,00	3,80	1,10	29.05.2012		1,60	6,00	3,00
09.05.2011*		0,95	3,12	1,10	10.12.2012*		1,40	0,15	0,00
Вода підґрунтового стоку									
12.07.2009	Пд-Сх частина	54,00	1,20	28,34	28.06.2011*	Північна частина	25,00	0,77	200,00
20.10.2009	Пд-Сх частина	3,50	1,20	125,00		Південна частина	82,00	15,00	360,00
	Східна частина	35,00	0,60	33,00	20.10.2011	Північна частина	21,40	0,74	240,00
20.10.2009	Пд-3х частина	9,00	1,40	50,00		Пд-3х частина	8,60	6,40	330,00
	Південна частина	4,00	1,60	54,00	22.05.2012	Пд-3х частина	64,0	14,6	320,00
17.12.2009	Східна частина	0,50	1,00	11,50	26.05.2012*	Там же	54,00	16,00	350,00
	Пд-3х частина	1,20	2,00	11,20	30.05.2012	Там же	62,00	15,60	350,00
30.09.2010	Східна частина	2,00	2,00	45,00	24.05.2012	Північна частина	18,00	1,26	175,00
10.10.2010	Східна частина	1,80	1,40	38,00	26.05.2012	Там же	14,00	0,86	58,00
21.12.2010	Східна частина	0,00	0,00	65,00	30.05.2012	Там же	18,00	1,00	135,00
14.05.2011	Пн-3х частина	28,00	0,80	170,00	12.12.2012*	Північна частина	5,00	0,90	63,00
	Пд-3х частина	30,00	9,50	270,00		Пд-3х частина	2,30	1,5	38,00

ному складі атмосферних опадів стабільно переважають Cl- і Na-іони. Причому з посиленням вітру, особливо восени і зимою, їхній вміст в опадах різко зростає. Наступні за вмістом в опадах SO₄- і Mg-іони. Встановлено збільшення в 1,4 – 1,8 разів мінералізації атмосферних опадів 2009-2012 рр. порівняно із 2003-2008 рр.

3. Із атмосферними відкладеннями на поверхню острова також поступають переважно іони морських солей, у значній кількості і біогени. Максимальна інтенсивність їх випадання у весняно-літній період та осінні місяці із штормовими вітрами. У найбільшій кількості поступають з атмосферними відкладеннями Cl- і Na-іони - 51,2±31,8 і 22,6±14,7 мг/м²*добу відповідно у середньому за 2003-2007 рр. Встановлено збільшення в 1,9-2,6 разів інтенсивності атмосферних відкладень нітратів і сульфатів у 2003- 2007 рр. порівняно із попередніми 1990-1992 рр.

4. У формуванні вод внутрішньогрунтового-підгрунтового стоку (ПВ) та їхнього хімічного складу визначальною є роль як кількості і хімічного складу атмосферних опадів та відкладень на поверхню острова, так і речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів-підгрунтя його території. Значення рН ПВ зазвичай у межах 3,1-4,4, що ідентично значенням рН нижніх горизонтів ґрунтів і порід підгрунтя. У хімічному складі ПВ острова різко домінують хлориди натрію, в меншій кількості присутні сульфати магнію, тобто морські солі, які поступають на острів з атмосферними опадами і відкладеннями. Мінералізація ПВ у весняно-літні місяці відносно спокійної погоди в межах 1,1-1,6 г/дм³, в осінньо-зимовий період посилено вітряної погоди зростає до 2-3 г/дм³, в основному за рахунок збільшення кількості Cl- і Na-іонів.

5. Доволі високий у ПВ острова вміст азоту і калію, і дуже високий фосфору, кількість яких у водах збільшується після рясних опадів. Очевидно, сполуки NPK атмосферною вологою вимиваються із ґрунту і поступають на підгрунтовий стік. Співвідношення між вмістом сполук NPK у ПВ приблизно таке ж, як і в зональних чорноземних ґрунтах острова.

6. Результати проведених досліджень хімічного складу атмосферних опадів, атмосферних відкладень та ПВ о. Зміїний дають підстави стверджувати, що ландшафтно- і ґрунтово-геохімічна роль атмосферних опадів у значній мірі тут зводиться до виносу солей, які поступають на поверхню острова з атмосферними опадами і відкладеннями, за межі ґрунтово-підгрунтової товщі. Тобто, до ролі природного знесолювального меліоратора ландшафту острова. Засолення ж ґрунтів тут вірогідне лише в періоди тривалого бездощів'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біланчин Я. М. Дослідження ґрунтового покриву о.Зміїний / Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія/ відп. ред. В. І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – С. 54-79.
2. Бурксер Е. С. Геохимическая обстановка в южных районах Украинской ССР и прогноз ее возможных изменений в результате орошения / [Е. С. Бурксер, П. К. Заморий, А. П. Ромоданова и др.]. – К.: Изд-во АН УССР, 1956. – 136 с.
3. Вардиашвили Н. И. Химический анализ воды: методическое пособие для лабораторных занятий студентов-гидрогеологов и инженеров-геологов / Н. И. Вардиашвили, Я. М. Біланчин. – Одесса: ОГУ им. И. И. Мечникова, 1975. – 71 с.
4. Вернадский В. И. Избранные сочинения: В 6 т. / Отв. ред. А. П. Виноградов. – М.: АН СССР. – Т. 5 [Биосфера. Статьи по биогеохимии. Почвы...] / В. И. Вернадский. – 1960. – 442 с.

* Примітка: Проби вод атмосферних опадів відібрано під час буревію, вод підгрунтового стоку – на 2-3-й день після буревію та зливових дощів

5. Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М. А. Глазовская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 230 с.
6. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М.: Высш. школа, 1988. – 328 с.
7. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса. Кн. 1 / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – С. 173-185.
8. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 264 с.
9. Колодяжная А. А. Режим химического состава атмосферных осадков и их метаморфизация в зоне аэрации / А. А. Колодяжная. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 167 с. с илл. и картами.
10. Корсунов В. М. Педосфера Земли / В. М. Корсунов, Е. Н. Красеха. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – С. 96 – 114.
11. Леонідова І. В. Природні умови острова Зміїний, їх роль у формуванні ландшафтно- і ґрунтово-геохімічного середовища / І. В. Леонідова // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – №1. – С. 149-157.
12. Медінець В. І. Изучение ионного состава атмосферных выпадений на поверхность острова Змеиный в 2003 году // В. И. Медінець. – Вісн. Одес. нац. ун-ту. Екологія. – 2005. – Т. 10. – Вип. 4 – С. 123-132.
13. Медінець В. І. Кліматичні і метеорологічні дослідження / В. І. Медінець, С. І. Газетов, В. М. Морозов // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія/ відп. ред. В. І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – С. 80-114.
14. Медінець В. І. Моніторинг хімічного складу атмосферних опадів на острові Зміїний у 2009–2012 рр. / В. І. Медінець, С. С. Котогура, А. П. Мілева, С. В. Медінець // 36. докл. та статей до Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря» (1-2 листопада, 2012, Одеса). – Одеса: ІНВАЦ, 2012. – С. 19-22.
15. Медінець В. І. Атмосферно-хімічні дослідження / В. І. Медінець, С. В. Медінець, В. В. Проценко // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія/ відп. ред. В. І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – С. 115-137.
16. Новикова А. В. Оценка импульверизации солей на осолонцевание почв Причерноморья / А. В. Новикова. – Почвоведение. – 2009. - № 12. – С. 1421-1431.
17. Пелешенко В. И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины) / В. И. Пелешенко. – К.: Вища школа, 1975. – 168 с.
18. Перельман А. И. Геохимия ландшафта: Учеб. пособие / А. И. Перельман. – М.: Высш. школа, 1975. – 342 с.
19. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под ред. Г. И. Швевса, Ю. А. Амброз. – Киев-Одесса: Высш. школа, 1979. – 144 с.
20. Роде А. А. О почвенных водах и почвенном стоке / А. А. Роде // Почвоведение. – 1954. - №9. – С. 52-63.
21. Учватов В. П. Особенности почвенных и грунтовых вод Приокской зандрово-аллювиальной равнины / В. П. Учватов. – Почвоведение. – 1985. - №6. – С. 55-65.

Стаття надійшла до редакції 19.06.2013

Я. М. Биланчин¹, канд. геогр. наук, доцент

В. И. Медінець², канд. физ.-мат. наук, руководитель Центра

Л. М. Гошуренко¹, специалист 1 катег.

В. З. Пицык², м.н.с.

¹кафедра почвоведения и географии почв,

²региональный центр интегрированного мониторинга и экологических исследований,

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

АТМОСФЕРНІЕ ОСАДКИ І ОТЛОЖЕННЯ, ВОДИ ПОДПОЧВЕННОГО СТОКА ОСТРОВА ЗМЕЙНИЙ

Резюме

Охарактеризованы результаты изучения 2009–2012 гг. химического (ионного) состава атмосферных осадков и атмосферных суммарных (сухих и влажных) отложе-

ний на поверхню о. Змеиний, условия формирования и результаты химического анализа вод почвенного стока.

Ключевые слова: остров Змеиный, атмосферные осадки и атмосферные отложения, химический (ионный) состав вод и отложений.

Ya. M. Bilanchyn¹,

V. I. Medinets²,

L. M. Goshurenko¹,

V. Z. Pitsyk²

¹Department of Soil Science and Soil Geography,

²Regional Centre for Integrated Environmental Monitoring and Ecological Researches,

Odessa I. I. Mechnikov National University,

Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

ATMOSPHERIC PRECIPITATION, ATMOSPHERIC SEDIMENTS, AND SUBSOIL RUNOFF ON ZMIINY ISLAND

Summary

The article covers results of the 2009-2012 research focused on the chemical (ionic) consistency of the atmospheric precipitation and atmospheric dry and wet sediments on Zmiiny island's surface. Except this, conditions of formation and results of the subsoil runoff chemical analysis are also provided.

Keywords: Zmiiny island, atmospheric precipitation, atmospheric sediments, subsoil runoff, chemical (ionic) consistency of runoff and sediments.