

УДК 556.3

С. А. ЧЕРКЕЗ¹, д-р геол.-мін. наук, проф., В. І. МЕДІНЕЦЬ¹, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,
В. Г. ТЮРЕМІНА², канд. геол.-мін. наук, В. М. ПРАВЕДНИЙ³

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: eacherkez@gmail.com

² ТОВ «Гідрогеосервіс», вул. Шкодова Гора, 2, Одеса, 65041, Україна

³ Клінічний санаторій імені Пирогова, Лиманна вулиця, 170, Одеса, 65013, Україна

ОЦІНКА ОБСЯГІВ СУБАКВАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ПІДЗЕМНИМИ ВОДАМИ

Мета. Вивчення гідродинамічних передумов формування і оцінка обсягів субаквального розвантаження водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегиюрусу верхнього міоцену в Куяльницький лиман. **Методи.** В якості методичної основи використовувалась гідродинамічна модель, яка за співвідношенням рівнів (напорів) визначає зміни спрямованості і обсягів водообміну підземних вод з поверхневими водами лиману. **Результати.** За результатами багаторічних (1950 – 2016 рр) гідрогеологічних і гідрологічних спостережень встановлено, що водообмін підземних вод з поверхневими водами лиману, в залежності від часових змін гідрогеодинамічних умов, характеризується як висхідними, так і низхідними потоками. Результати розрахунків питомих витрат водообміну між водоносним горизонтом у відкладах верхньосарматського підрегиюрусу і поверхневими водами лиману, свідчать про те, що після тривалого (30 – 40 років) періоду низхідної фільтрації води з лиману, тільки з середини 90-х років минулого століття розпочався повільний процес поповнення лиману підземними водами. Станом на 2016 рік субаквальна складова підземного живлення лиману складає близько 20 % загального обсягу води в лимані. **Висновки.** При оцінці водного балансу Куяльницького лиману разом з традиційними чинниками формування його гідрологічного режиму (атмосферні опади, річковий і боковий стік, випар) необхідно враховувати просторово-часові зміни обсягів субаквальної складової підземного живлення лиману.

Ключові слова: Куяльницький лиман, гідрогеодинаміка, складові підземного живлення, водообмін

Cherkez Ye. A.¹, Medinets V. I.¹, Tyuremina V. G.², Pravedniy V. M.³

¹Odessa National I. I. Mechnikov University

²LTD «Gidrogeoservice»

³Clinical Sanatorium named after Pirogov

ASSESSMENT OF VOLUME OF THE KUYALNYK ESTUARY SUBAQUEOUS FEEDING WITH GROUNDWATER

Purpose. To study hydrodynamic prerequisites of forming and to assess the volume of subaqueous discharge of Upper-Sarmatian aquifer into the Kuyalnyk Estuary. **Objects and methods.** Hydrodynamic model determining changes in direction and volume of exchange between groundwater and surface water of estuary based on the ratio of levels (pressures) has been taken as the methodological basis. **Results.** It has been established based on many years' hydrogeological and hydrological observations (1950 - 2016) that water exchange between groundwater and surface water of the estuary, depending on changes of hydrogeodynamic conditions with time, is characterized by both up and down flows. The results of calculation of specific discharge of water exchange between Upper-Sarmatian aquifer and surface water of the estuary show that after a long (30 - 40 years) period of water down filtration from the estuary just after mid-90th of last century a slow process of estuary refilling with groundwater started. As of 2016, the subaqueous constituent of the estuary ground feeding makes around 20% of the total water volume in the estuary. **Conclusions.** Assessing water balance of the Kuyalnyk Estuary, together with traditional factors forming its hydrogeological regime (atmospheric precipitation, river discharge, surface run-off and evaporation), one should take into account spatial and temporal changes in subaqueous constituent of the estuary groundwater feeding.

Key words: Kuyalnyk Estuary, hydrogeodynamics, ground feeding constituents, water exchange

Черкез Е. А.¹, Мединец В. И.¹, Тюремينا В. Г.², Праведный В. М.³

¹Одесский национальный университет имени И. М. Мечникова

²ООО «Гидрогеосервис»

³Клинический санаторий имени Пирогова

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ СУБАКВАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНА ПОД- ЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

Цель. Изучение гидродинамических предпосылок формирования и оценка объемов субаквальной разгрузки водоносного горизонта в отложениях верхнесарматского подрегиюрусу верхнего миоцена в Куяльницький лиман. **Методы.** В качестве методической основы использовалась гидродинамическая модель,

которая по соотношению уровней (напоров) определяет изменения направленности и объемов водообмена подземных вод с поверхностными водами лимана. **Результаты.** По результатам многолетних (1950 - 2016 гг) гидрогеологических и гидрологических наблюдений установлено, что водообмен подземных вод с поверхностными водами лимана, в зависимости от изменений гидрогеодинамических условий во времени, характеризуется как восходящими, так и нисходящими потоками. Результаты расчетов удельных расходов водообмена между водоносным горизонтом в отложениях верхнесарматского подрегионаруса и поверхностными водами лимана свидетельствуют о том, что после длительного (30 - 40 лет) периода нисходящей фильтрации воды из лимана, только с середины 90-х годов прошлого века начался медленный процесс пополнения лимана подземными водами. По состоянию на 2016 год субаквальная составляющая подземного питания лимана составляет около 20 % общего объема воды в лимане. **Выводы.** При оценке водного баланса Куяльницкого лимана вместе с традиционными факторами формирования его гидрологического режима (атмосферные осадки, речной и боковой сток, испарение) необходимо учитывать пространственно-временные изменения объемов субаквальной составляющей подземного питания лимана.

Ключевые слова: Куяльницкий лиман, гидрогеодинамика, составляющие подземного питания, водообмен

Вступ

Практично всі експерти і науковці, які в останні роки [1 - 5] займаються дослідженнями причин кризового стану екосистеми Куяльницького лиману, вважають, що визначальними складовими водного балансу, який формує сучасний гідрологічний режим лиману, є атмосферні опади, річковий і боковий стік та випаровування. Така складова водного балансу, як живлення лиману підземними водами, апріорі всіма дослідниками [1 - 4] приймається не більш як 1 – 2 % від загальної прибуткової частини водного балансу лиману. При цьому практично всі автори вищеперелічених робіт посилаються на оцінки Г.І. Швєбса [6], в якому були наведені орієнтовні (експертні) оцінки таких складових підземного живлення лиману, як приток з водоносного горизонту в алювіальних відкладах заплави, підрусловий стік в алювіальних відкладах прарусла ріки Куяльник, боковий приток ґрунтових вод зі схилів лиману і фільтраційні витрати морських вод скрізь акумулятивну форму пересипу. Аналіз наведених в цьому звіті даних показав, що вони базувались на обмеженій кількості пунктів (декілька колодязів в верхів'ях лиману і свердловин на ґрунтові води пересипу) і невеличкій тривалості спостережень. Але така складова підземного живлення, як приплив за рахунок субаквального розвантаження напірного водоносного горизонту у відкладах верх-

ньосарматського підрегіонарусу в лиман, не оцінювалась раніше ні авторами цього звіту, ні іншими дослідниками. В останні роки, за інформацією співробітників санаторію імені Пирогова доволі стабільно спостерігається аномальні рівні в свердловинах і перелив підземних вод на поверхню

Враховуючи вищевикладене, встановлення сучасних закономірностей режиму підземних вод і пов'язаних з ним особливостей формування складових підземного живлення за даними багаторічних спостережень являє собою актуальну задачу і має теоретичне і практичне значення не тільки для уточнення кількісних оцінок водного балансу Куяльницького лиману, але і для обґрунтування заходів щодо стабілізації його екологічного стану.

В зв'язку з повною невизначеністю динаміки і обсягів окремих складових підземного живлення лиману, ціллю статті є встановлення сучасних особливостей гідродинамічного режиму водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу і оцінка обсягів його субаквального розвантаження в лиман. *Зв'язок з науковими програмами.* Дослідження виконувалися у 2015-2017 рр. в рамках держбюджетної теми «Вивчити кризові зміни екосистеми Куяльницького лиману та обґрунтувати заходи щодо стабілізації його екологічного стану» (№ госрегистрации 0115U003221).

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом досліджень була підземна гідросфера лиману. Предмет досліджень – гідрологічні особливості формування живлення лиману за рахунок міжпластових підземних вод.

Загальна гідрологічна характеристика. Район Куяльницького лиману знаходиться в межах північної частини Причорноморського артезіанського гідрологічно-

го басейну, який представляє собою напівроzkриту гідрологічну структуру зі складними гідрологічними умовами, які сформувалися в ході тривалої і складної історії розвитку Причорноморської западини. Для неї властивий моноклінальний характер залягання пластів осадових порід різного віку, а підземні води розповсюджені у відкладах

усіх стратиграфічних комплексів – від архею – протерозою до сучасних утворень [7,8].

Найбільш суттєве значення для оцінок підземного живлення Куяльницького лиману мають водоносні горизонти у відкладах плейстоцену, пліоцену і частково верхнього міоцену, які за глибиною розташування відносяться до зони активного водообміну [9,10]. В межах Північно-Західного Причорномор'я нижня границя цієї зони розташована приблизно на глибині 100 -150 м і визначається за глибинами водоносних горизонтів, води яких містять солей більше 3 г/дм³. Ще нижче розташована середня гідродинамічна

зона зі сповільненим водообміном і охоплює нижню частину водоносних горизонтів у відкладах сарматського регіоярису, палеогену та верхньої крейди (≈ 400 м) зі змістом солей 30 – 35 г/дм³. Нижня гідродинамічна зона охоплює нижньокрейдові і більш давні водоносні горизонти зі суттєво більшим змістом солей.

Однією із загальних рис осадової товщі зони активного водообміну є часта зміна невитриманості по площі і потужності водомістких відкладів і водотривких шарів, що призводить до різних умов живлення, циркуляції і розвантаження підземних вод (рис. 1). Відповідно до геологічної будови і гідрогеологіч-



Рис. 1 – Геологічна будова Куяльницької ділянки пересипу і схилу східного берегу лиману

них особливостей району до зони активного водообміну відносяться наступні водоносні горизонти: в сучасних лиманно-морських відкладах заплави, кіс, пляжів і Хаджибейсько-Куяльницького пересипу, в межах якої виділяються підгоризонт у верхній частині розрізу та другий підгоризонт – в відкладах прарусла ріки Куяльник; в сучасних алювіально-делювіальних відкладах днищ балок і ярів долини Куяльницького лиману; в еолово-делювіальних відкладах середнього та верх-

нього плейстоцену вододільної рівнини; у відкладах куяльницького ярусу і середньочетвертинної надзаплавної тераси; у відкладах понтичного регіоярису; у відкладах меотичного регіоярису; у відкладах верхньосарматського підрегіоярису.

В межах вертикального розрізу верхньої гідродинамічної зони можливо виділити її частину з відкритим розвантаженням потоків підземних вод, які дрениються вище рівня Куяльницького лиману, і частину з закри-

тим розвантаженням підземних вод, які дре-нуються нижче рівнів поверхневих вод. Відкрите розвантаження підземних вод у межах долини Куяльницького лиману характеризується низхідним потоком вод у четвертинних, куяльницьких і понтичних відкладах. Закрите розвантаження підземних вод відбувається нижче рівня поверхневих вод і характеризується висхідним потоком у меотичних відкладах і в залежності від гідрогеодинамічних умов висхідним-низхідним потоком у верхньосарматських відкладах.

Базовою гідродинамічною передумовою, яка обумовлює спрямованість взаємодії суміжних горизонтів підземних вод між собою, а також з водами Куяльницького лиману, є співвідношення їх напорів, рівня лиману та фільтраційні властивості водотривких шарів. Субаквальні виходи напірних, наприклад, «верхньосарматських» вод зустрічаються на різних глибинах в Одеському заливі, Сухому, Дністровському, Куяльницькому та інших лиманах Північно-Західного Причорномор'я [11,12].

Матеріали гідрогеологічних спостережень. На жаль, існуючі в межах басейну Куяльницького лиману мережі гідрогеологічних об'єктів (свердловини, колодязі, підземні джерела), в яких проводяться спостереження за ключовими характеристиками режиму підземних вод (рівень, хімічний склад, температура) завжди були розташовані досить нерівномірно. Найбільша кількість свердловин (експлуатаційні і спостережні) на водоносний горизонт у відкладах верхньосарматського підрегіоярису облаштовані на території клінічного санаторію імені Пирогова і заводу розливу мінеральних вод «Куяльник» (рис. 2), в яких з середини 50-х років минулого століття Гідрогеологічною станцією санаторію і службою контролю за якістю води заводу проводяться режимні спостереження.

Для аналізу змін гідродинамічного стану водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіоярису і оцінки обсягів його субаквального розвантаження нами використовувалися такі дані:

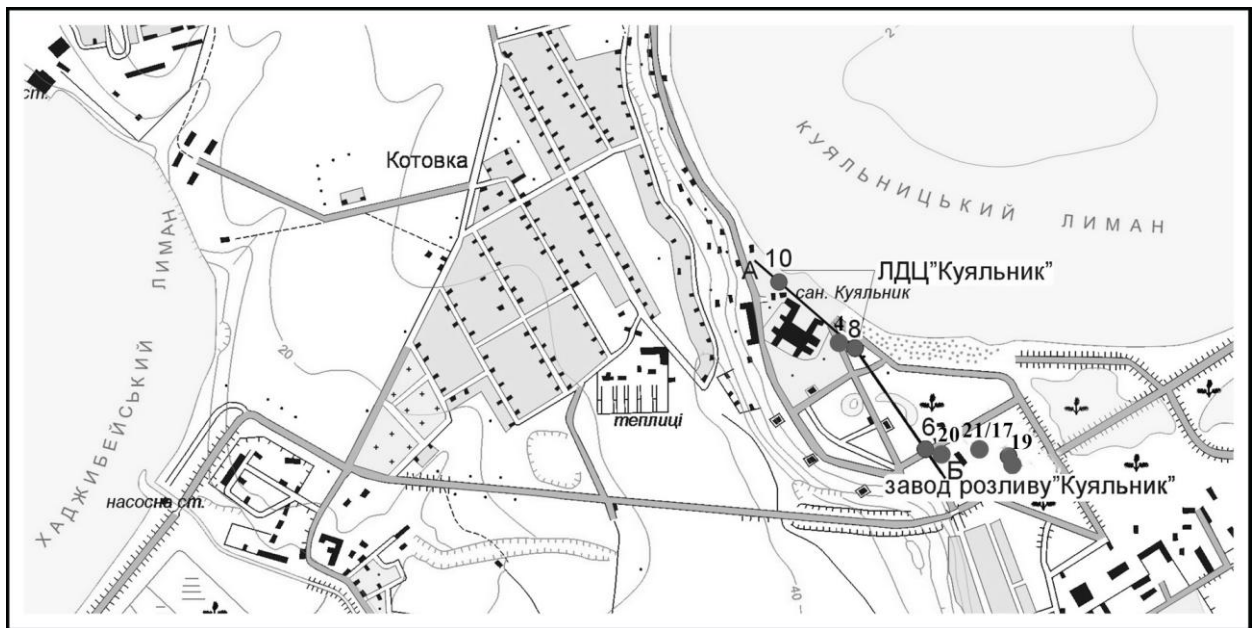


Рис. 2 – Схема розташування експлуатаційних і спостережних свердловин санаторію імені Пирогова і заводу розливу мінеральних вод «Куяльник»

- багаторічних спостережень (1950 – 2016 рр) рівнів води в спостережних і експлуатаційних свердловинах, які розташовані в районі санаторію і заводу розливу мінеральних вод «Куяльник» (рис. 2);

- вимірів рівнів води у відкладах верхньосарматського підрегіоярису на період буріння свердловин на ділянці с. Нова Еметівка, які розташовані на відстані близько 20 км від санаторію «Куяльник» – св. 3087 (1971 р.), св. 4175 (1977 р.) і св. 4931 (1990 р.);

- багаторічних спостережень (1950 – 2016 рр.) рівнів води в лимані в районі санаторію «Куяльник».

Статистична обробка і аналіз даних гідрогеологічних і гідрологічних спостережень виконувалась в програмі «Statistica». В основу аналізу покладено графічне представлення середньомісячних багаторічних коливань рівнів водоносного горизонту і води в лимані. Кількісна оцінка обсягів субаквального розвантаження водоносного горизонту у відкла-

дах верхньосарматського підрегіоюрусу, як складової підземного живлення лиману, ви-

конувались гідродинамічним методом за формулою Дарсі [13].

Результати та обговорення

Водоносний горизонт у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу розкритий багаточисельними свердловинами, колодзями і джерелами на глибинах від 26 до 125 м на схилах і вододілах та від 5 до 88 м – в заплавах лиману і крупних балках. Водомісткими є піски, черепашки і вапняки. По всій території розповсюдження водоносний горизонт характеризується п'єзометричним напором над кривлею і різними абсолютними відмітками. Статичний рівень, в залежності від місця розташування свердловин, встановлюється на різних глибинах: на вододілах і схилах від 23 до 76 м, в долинах від 0,7 до 13 м. Рівні води в свердловинах, які розташовані в долині лиману, встановлюються за звичай нижче відмітки поверхні заплави. Гідродинамічний стан верхньосарматського водоносного горизонту визначається умовами його залягання і режимом експлуатації.

В районі санаторію Куяльник абсолютні відмітки п'єзометричної поверхні водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу починаючи з середини 50-х років минулого століття коливались в дуже широких межах. В середині 70-х років зниження напорів в свердловинах досягли свого мінімуму за весь період спостережень – 18 м нижче рівня моря (рис. 3) і на 12 м нижче рівня води в лимані (рис. 4). В подальшому, до середини 90-х років минулого століття відбувається відновлення рівнів водоносного горизонту до відміток $\sim -3,0 \div -2,0$ м з середньою швидкістю до 0,5 м/рік. З початку 2000-х років швидкість відновлення напорів зменшується, але в деякі періоди спостерігається самовплив води із свердловин.

Питомі витрати ($q = \Delta H / M_0 * K_0 * 1 \text{ м}^2$) висхідної або низхідної фільтрації між водоносним горизонтом у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу і водами лиману визначаються значенням різності напорів ($\Delta H = H_b - H_n$) у водоносному горизонті (H_b) і води в лимані (H_n), потужністю розподільного шару водотривких і слабопроникних відкладів (M_0) і його узагальненим коефіцієнтом фільтрації (K_0). У випадку перевищення напорів водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу над рівнем води в лимані має відбуватися поповнення лиману внаслідок висхідної фільтрації і навпаки, як-

що рівні води в лимані перевищують напори водоносного горизонту відбувається низхідна фільтрація більш солоних вод лиману у водоносний горизонт. Негативним проявом цього процесу являється збільшення мінералізації підземних вод у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу, яке спостерігається в районі Куяльницького лиману починаючи з 60-х років минулого століття [8], коли рівень води в лимані перевищував величини напорів водоносного горизонту на 10 – 12 м. З середини 90-х років минулого століття співвідношення напорів підземних вод і рівнів лиману почало змінюватися в бік створення гідродинамічних передумов висхідної фільтрації і поповнення лиману підземними водами (рис. 3, 4).

Разом з тим, слід враховувати, що висхідна фільтрація в Куяльницький лиман внаслідок наявності розподільного шару водотривких і слабопроникних відкладів (глини верхнього сармату, алювіальні піски і глинисті мули, які заповнюють ерозійний виріз лиману) має незначні швидкості і може зменшуватися і ускладнюватися за рахунок наявності початкових градієнтів, визначення яких досить складно. До того ж, можливий прояв і специфічних фізико-хімічних процесів (дифузія, абсорбція, іонний обмін, мембранні ефекти та інше), які найбільш вірогідні власно при затрудненому водообміні і можуть перевищувати швидкість конвективної складової переносу хімічних компонентів.

Враховуючи відсутність даних з детальної геолого-літологічної будови відкладів, що заповнюють ерозійний виріз лиману (співвідношення піскових і глинистих порід), а також невизначеність деяких параметрів, які характеризують процеси фільтрації і масообміну для розрахунків обсягів розвантаження водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіоюрусу в лиман прийняті такі допущення:

- товща розподільного шару водотривких і слабопроникних відкладів потужністю M_0 між покрівлею водомісткого пласту напірних вод і поверхнею дна лиману має квазіоднорідну будову, яка складається з двох шарів: глини верхнього сармату з коефіцієнтом фільтрації $K = 0,001$ м/добу потужністю 25 – 30 м (до глибин ерозійного вирізу) і товщі

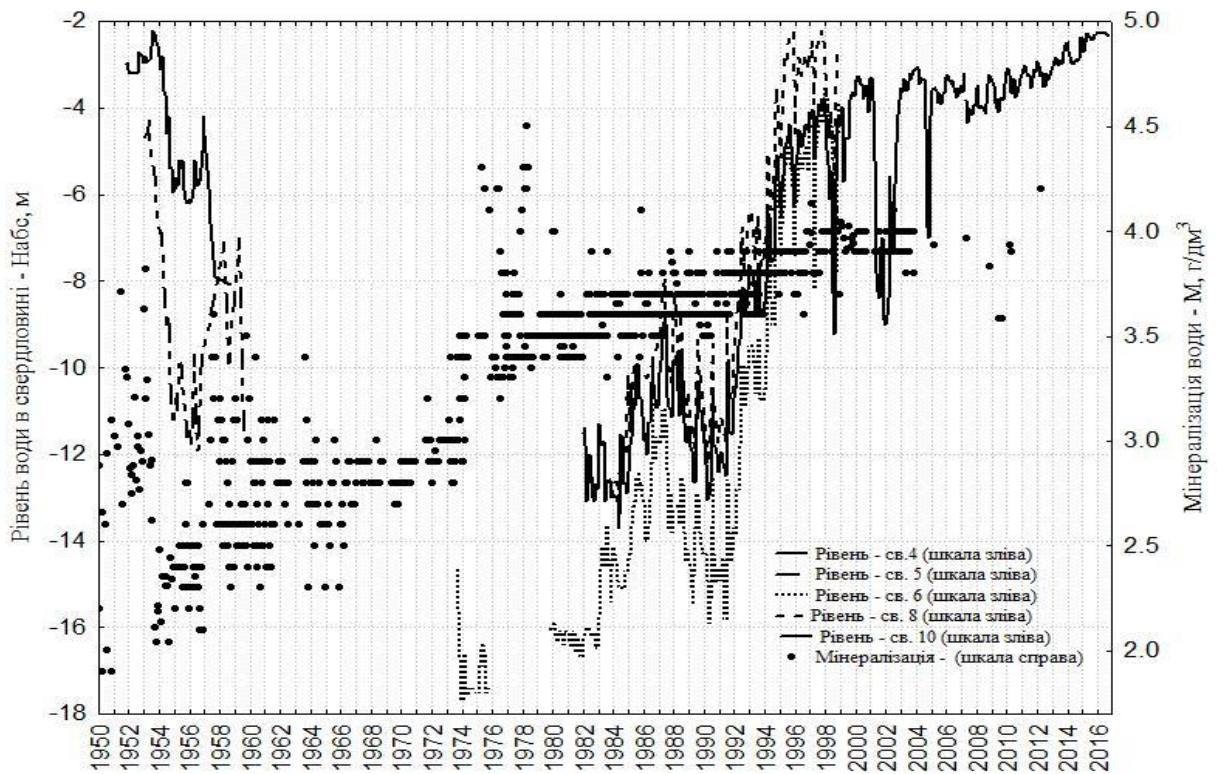


Рис. 3 – Динаміка середньомісячних рівнів і мінералізації водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу в свердловинах санаторію імені Пирогова і заводу розливу мінеральних вод «Куяльник»

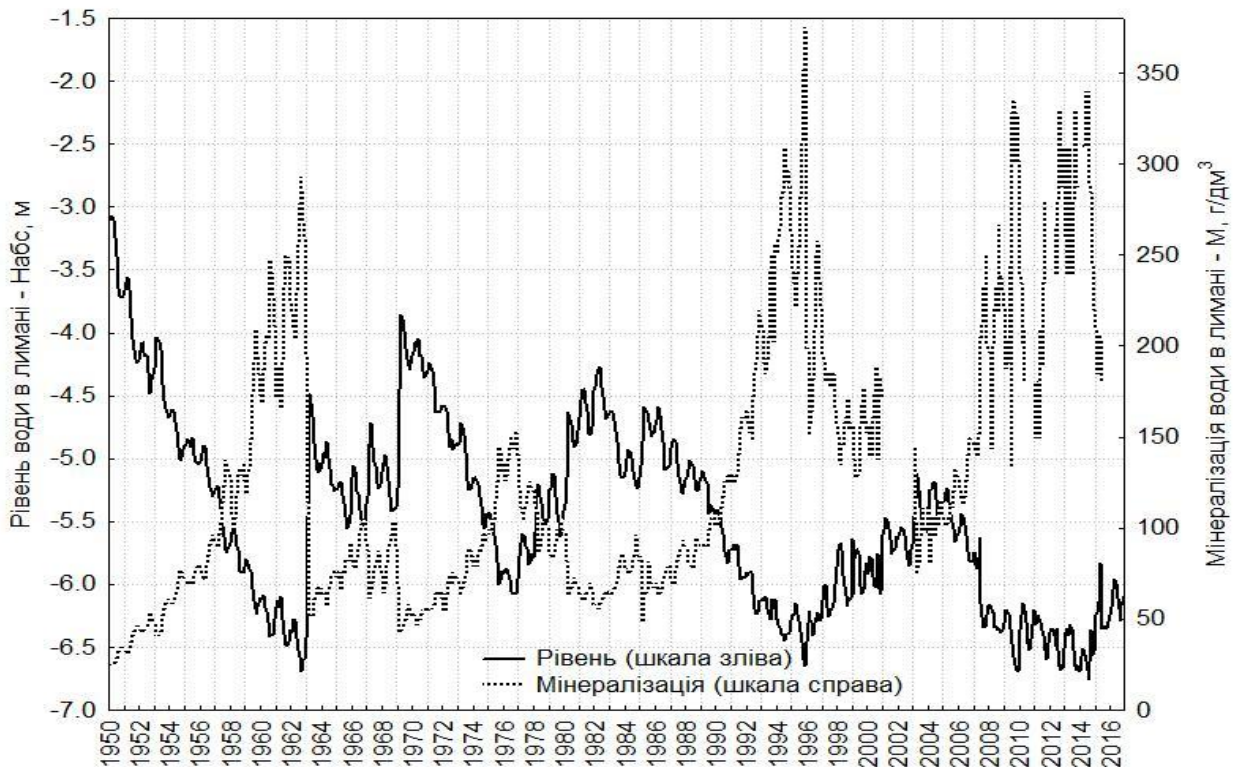


Рис. 4 – Динаміка середньомісячних рівнів і мінералізації води в Куяльницькому лимані за період 1950 – 2016 рр. [5, 14, 15]

алювіальних і лимано-морських відкладів з коефіцієнтом фільтрації K в діапазоні 0,005 – 1,0 м/добу і потужністю 35 – 40 м;

- враховуючи збільшення потужності водотривкого шару і зменшення потужності алювіальних і лимано-морських відкладів в північному напрямку узагальнений коефіцієнт фільтрації розподільного шару водотривких і слабопроникних відкладів прийнято середньозваженим мінімальним $K_0 = 0,005$ м/добу.

Результати розрахунків питомих витрат висхідної або низхідної фільтрації між водоносним горизонтом і поверхневими водами лиману, які наведені на рисунку 5 свідчать про те, що після стійкого періоду негативних показників питомих витрат водообміну тільки з середини 90-х років минулого століття розпочався процес поповнення лиману за рахунок міжпластових підземних

вод. Разом з тим, в період наявності від'ємних показників питомих витрат q , які отримані для низової частини лиману (санаторій «Куяльник»), показники q для району с. Нова Еметівка на той же період мають позитивні значення. Це свідчить, по-перше, про просторову неоднорідність напрямку і обсягів процесу водообміну і, по-друге, про негативний вплив зниження п'єзометричних рівнів (пружних запасів) водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу в районі санаторію «Куяльник». Їх зниження, яке спостерігається з початку 50-х до середини 90-х років минулого століття, може бути обумовлено не тільки експлуатацією водоносного горизонту свердловинами в районі санаторію, але і природною циклічністю змін п'єзометричних рівнів.

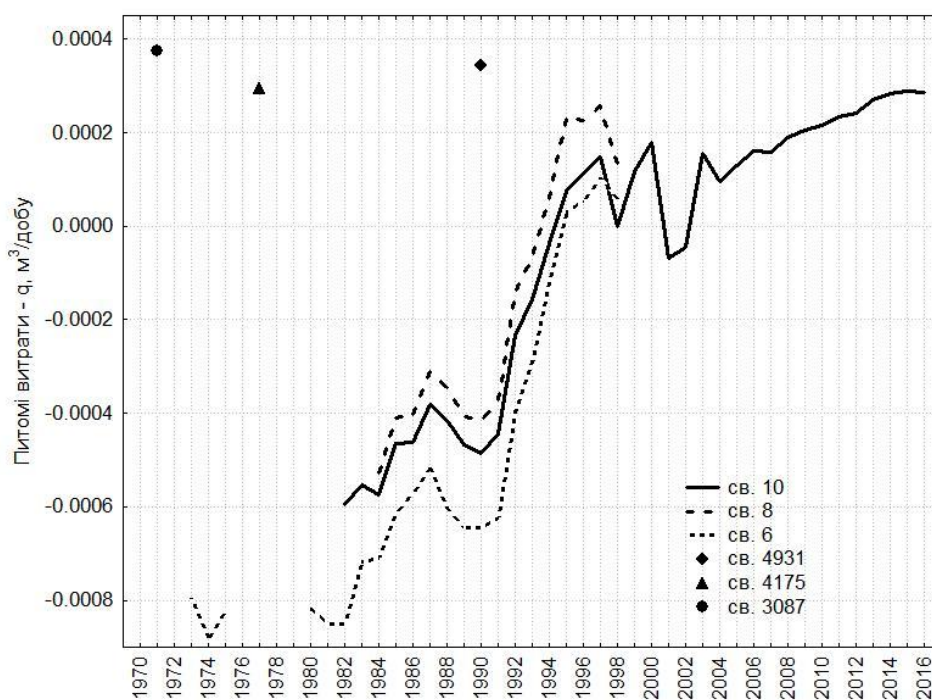


Рис. 5 – Розрахункові питомі фільтраційні витрати водообміну між водоносним горизонтом у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу і поверхневими водами лиману

Загальний розрахунковий обсяг живлення лиману за рахунок субаквального розвантаження водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіонарусу (Q) при площі водної поверхні лиману, яка коливалась за нашими даними, від 40 до 50 км² в 2016 році складав:

$$Q_{40} = 0,00029 \text{ м}^3/\text{добу} * 40 * 10^6 \text{ м}^2 * 365 \text{ діб} = 4234000 \text{ м}^3;$$

$$Q_{50} = 0,00029 \text{ м}^3/\text{добу} * 50 * 10^6 \text{ м}^2 * 365 \text{ діб} = 5292500 \text{ м}^3.$$

Такий обсяг живлення є еквівалентом підйому рівня лиману приблизно на 11 см. Важливо підкреслити, що всі розрахунки отримані для умов використання мінімальних значень параметрів фільтраційних властивостей порід і реальних гідрогеодинамічних показників режиму підземних вод і рівня води в лимані.

В порівнянні з обсягами лиману в 2016 році 15 – 20 млн. м³ [4] отримана складова підземного субаквального живлення лиману складає біля 20 %, що значно перевищує загальноприйняті 1 – 2 % [1 – 4, 6].

Висновки

1. Вперше проведений детальний аналіз динаміки рівнів водоносного горизонту у відкладах верхньосарматського підрегіярусу і води в Куяльницькому лимані за багаторічний період свідчить про те, що водообмін підземних вод з поверхневими водами лиману, в залежності від часових змін гідрогеодинамічних умов, характеризується як висхідними, так і низхідними потоками.

2. Показано, що максимальні питомі витрати низхідної фільтрації реєструвались в середині 70-х років минулого століття, коли зниження напорів в свердловинах досягли свого мінімуму за весь період спостережень. Починаючи з середини 90-х років розпочався повільний процес поповнення лиману за ра-

хунок висхідної фільтрації підземних вод з відкладів верхнього сармату, обсяги якої поступово збільшувалися і в останні роки складають 4 – 5 млн. м³ в рік відповідно для площі лимана 40-50 км².

3. Проведенні дослідження вказують на те, що при оцінці водного балансу Куяльницького лиману необхідно враховувати просторово-часові зміни обсягів не тільки субквальної складової підземного живлення лиману, а також інших його складових.

4. Окремих досліджень потребує вивчення чинників формування режиму водоносного горизонту у відкладах верхньо-сарматського підрегіярусу та інших водоносних горизонтів активного водообміну.

Література

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья / В. В. Адабовский В. Н. Большаков, Е. Д. Гопченко ; отв. ред.: Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко ; Одесский гос. экологический ун-т. Одесса : ТЭС, 2012 . 223 с.
2. Адабовский В.В., Богатова Ю.И. Особенности современного гидролого-гидрохимического режима Куяльницького лимана и прогнозная оценка его составляющих в условиях возможного пополнения водоема морскими и пресными водами. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2013. №3. С.127-137.
3. Эннан А. А., Шихалеев И. И., Шихалеева Г. Н. , Адабовский В. В., Киришкина А. Н. Причины и последствия деградации Куяльницького лимана (северо-западное Причерноморье, Украина). *Вісн. Одес. нац. ун-ту. Хімія*. 2014. Т. 19, вип. 3. С. 60-69.
4. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: Монографія / За ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одеса : ТЕС, 2016. 332 с.
5. Медінець В.І. Ковальова Н.В., Дерезюк Н.В., Снігір'єв С.М., Черкез Є.А., Медінець С.В., Газетов Є.І. Біологічні наслідки поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2 (27). С. 35-51.
6. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницького лимана // Отчет о научно-исследовательской работе. Под ред. Г.И. Швевса. Одесский государственный университет имени И.И. Мечникова. Одесса, 1995. 195 с.
7. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. 614 с.
8. Геология шельфа УССР. Лиманы / Молодых И.И., Усенко В.П., Палатная Н.Н. и др. Киев: Наук. думка, 1984. 176 с.
9. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в нарушенных условиях / Шестопапов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др; Отв. ред. Шестопапов В.М.; АН УССР. Ин-т геологических наук. – Киев : Наук. Думка, 1991. 528 с.
10. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Методы изучения водообмена / Шестопапов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др; Отв. ред. Шестопапов В.М.; АН УССР. Ин-т геологических наук. Киев : Наук. Думка, 1991. 272 с.
11. Гончар Г.Я. Північно-західна частина Чорного моря – область розвантаження підземних вод. *Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів в межах УРСР*. Видавництво Київського університету. Вип. 5. 1972. С 91-96.
12. Гончар Г.Я. Гідродинамічні та гідрохімічні градієнти підземних вод північно-західного Причорномор'я. *Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів в межах УРСР*. Видавниче об'єднання «Вища школа». Вип. 8. Київ. 1975. С 67-73.
13. Гідрогеологія. Под ред. В.М. Шестакова и М.С. Орлова. М., Изд-во МГУ, 1984. 317 с.
14. Черкез Е.А., Шмуратко В.И., Вахрушев О.А. Ротационно-фильтрационная модель водного баланса Куяльницького лимана. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення»* 12-14 вересня 2012 р. Україна, м.Одеса. ОДЕКУ. 2012. С. 47 – 51.
15. Додин В.В., Погосян А.Р., Праведный В.Н., Черкез Е.А., Медінець В.И., Буняк О.А. Ротационная динамика и уровни воды Куяльницького лимана и верхнесарматского водоносного горизонта . *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний*

гідроecологічний стан, проблеми водного та ecологічного менеджменту та шляхи їх вирішення» 1-3 жовтня 2014 р., Одеса: ОДЕКУ, 2014. С. 75-77.

References

1. Aktualnye problemy limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ya. (2012). Adabovskiy V.V., Bolshakov V.N., Gopchenko Ye.D.; Edited by Tuchkovenko Yu.S., Gopchenko Ye.D. [Urgent problems of estuaries in the north-western Black Sea region]. Odessa. 223 [in Russian].
2. Adabovskiy V.V., Bogatova Yu.I. (2014). Osobennosti sovremennogo gidrologogo-gidrohimičeskogo rezhima Kuyal'nitskogo limana i prognoznaya otsenka ego sostavlyayuschikh v usloviyakh vozmožnogo popolneniya vodoyoma morskimi i presnymi vodami [Features of modern hydrological and hydrochemical regime of the Kuyalnyk Estuary and forecast of its constituents under conditions of possible refilling of the water-body with marine or fresh water]. Ukrainian hydrometeorological magazine. 3. 127-137. [in Russian].
3. Ennan A.A., Shikhaleev I.I., Shikhaleeva G.N., Adobovskiy V.V., Kiryushkina A.N. (2014). Prichiny i posledstviya degradatsii Kuyal'nitskogo limana (severo-zapadnoe Prichernomor'ye, Ukraina) [Reasons and consequences of the Kuyalnyk Estuary degradation] Odessa National University Herald. Chemistry. 3. 60-69 [in Russian].
4. Loboda N.S., Gopchenko Ye.D. (2016). Vodnyi rezhim ta gidroecologični kharakterystyky Kuyal'nitskogo lymanu. Monograph. [Water regime and hydroecological characteristics of the Kuyalnyk Estuary]. Odessa. 332 [in Ukrainian].
5. Medinets V.I., Kovalova N.V., Derezyuk N.V., Snigirov S.M., Medinets S.V., Gazyetov Ye.I. (2017). Biologični naslidky popovnennya Kuyal'nitskogo lymanu morskoyu vodoyu z Odeskoyi zatoky [Biological consequences of the Kuyalnyk Estuary refilling with marine water from Odessa Bay]. Man and environment. Issues of neoecology. 1-2(27). 35-51 [in Ukrainian].
6. Shwebs G.I. (1995). Geoecologičeskyy analys situatsii i razrabotka schem meropriyatiy po uluchsheniyu vodno-solevogo regima Kuyal'nitskogo limana. [Geoecological analysis of situation and development of water-salt regime of Kuyalnik estuary improvement actions]. Odessa State I.I. Mechnikov University: Odessa. 195 [In Russian]
7. Kamzist Zh.S., Shevchenko O.L. (2009). Gidrogeologiya Ukrainy. Navchalnyi posibnyk [Hydrogeology of Ukraine. Learning guide]. Kyiv. 614 [in Ukrainian].
8. Molodykh I.I., Usenko V.P., Palatnaya N.N. et al. (1986). Geologiya shelfa USSR. Limans . [Geology of the shelf of Ukrainian SSR. Estuaries]. Kyiv. 176 [in Russian].
9. Shestopalov V. M. (1991). Vodoobmen v gidrogeologičeskikh strukturah Ukrainy: Vodoobmen v narushennykh usloviyakh. [Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine : Water exchange under damaged conditions]. Kyiv. 528. [in Russian].
10. Shestopalov V.M. (1991) Vodoobmen v gidrogeologičeskikh strukturah Ukrainy: Metody izucheniya vodoobmena [Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine : Water exchange under damaged conditions]. Kyiv. 272. [in Russian].
11. Gonchar G.Ya. (1972) Pivnichno-zakhidna chastyna Chornogo morya – oblast rozvantazhennya pidzemnykh vod [North-western Black Sea – area of groundwater discharge]. Geology of coast and bottom of the Black and Azov Seas within the Ukrainian SSR boundaries. Kyiv. 5. 91-96 [in Ukrainian].
12. Gonchar G.Ya. (1975) Gidrodinamichni ta gidrokhimichni gradiyenty pidzemnykh vod pivnichno-zakhidnogo Prichernomor'ya [Hydrodynamic and hydrochemical gradients of groundwater in the north-western Black Sea area]. Geology of coast and bottom of the Black and Azov Seas within the Ukrainian SSR boundaries. Kyiv. 8. 67-73 [in Ukrainian].
13. Shestakov V.M., Orlov M.S. (1984) Gidrogeologiya [Hydrogeology]. M. 317 [in Russian].
14. Cherkez Ye.A., Shmuratko V.I., Vakhrushev O.A. (2012) Rotatsionno-filtratsionnaya model vodnogo balansu Kuyal'nitskogo limana [Rotation and filtration model of the Kuyalnyk Estuary water balance]. Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea area: urgent hydroecological problems and the ways to solve them». Odessa. 47-51 [in Russian].
15. Rotatsionnaya dinamika i urovni vody Kuyal'nitskogo limana i verkhnesarmatskogo gorizonta (2014). V.V.Dodin., A.R.Pogosyan, V.N.Pravednyi, Ye.A.Cherkez, V.I.Medinets, O.A.Bunyak [Rotation dynamics and water levels of the Kuyalnyk Estuary and the Upper-Sarmatian Aquifer]. Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference «Estuaries of the north-western Black Sea area: current hydroecological situation, problems of water and environmental management and the ways to solve them». Odessa. 75-77 [in Russian].

Надійшла до редколегії 17.09.2017