

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ Й НЕОБХІДІСТЬ ЙОГО ПОПОВНЕННЯ МОРСЬКОЮ ВОДОЮ

Лозовицький П.С.¹, Томахін М.Л.²

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп.. 2

²Міністерство екології та природних ресурсів України,
м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35

Наведено історичне та сучасне значення основних параметрів екологічного стану Куяльницького лиману (коливання рівня води відносно моря з 1860 р., зміна хімічного складу пелітів і ропи, порівняння антропогенного забруднення ропи лиману, води Одеської затоки Чорного моря й річки Великий Куяльник за трофо-сапробіологічними показниками). Показано незадовільний екологічний стан Куяльницького лиману на сьогодні, обґрунтовано необхідність підвищення рівня ропи в лимані за рахунок морської води.

Экологическое состояние Куяльницкого лимана и необходимость его пополнения морской водой. Лозовицкий П.С., Томахин М.Л. Изложены историческое и современное значения основных параметров экологического состояния Куяльницкого лимана (колебания уровня воды относительно моря с 1860 г., изменение химического состава пелитов и рассола, сравнение антропогенного загрязнения рассола лимана, воды Одесского залива Черного моря и реки Большой Куяльник по трофо-сапробіологическим показателям). Показано неудовлетворительное экологическое состояние Куяльницкого лимана на сегодня и обоснована необходимость повышения уровня рассола в лимане за счет морской воды.

Ecological condition Kuyal'nitskogo estuary and the need to replenish the salt water. Lozovitsky P.S., Tomahyn M.L. Outlines the historical and contemporary values of the basic parameters of environmental status Kuyal'nitskogo estuary (water level fluctuations with respect to the sea since 1860, changing the chemical composition of pelites and brine, brine comparison of anthropogenic pollution of the estuary, water Odessa Bay of the Black Sea and the river Big Kuyalnik trophy-saprobіological indicators). Shown poor ecological condition Kuyal'nitskogo whether Mans today and the necessity of increasing the level of brine in the estuary due to sea water.

Куяльницький (від крим. *Kuyalnik* — *густий*) або **Андріївський** — лиман на північно-західному узбережжі Чорного моря, розташований на північ від Одеси: площа 52 км² проти 60 у 1970 р., довжина — 28 км, ширина — 3 км, середня глибина — близько 1 м (у минулому 3 м), максимальна — 2,8 м. Лиман відокремлений від моря піщаним пересипом до 3 км завширшки і довжи-

ною 2,5 км. Це лиман впадає річка Великий Куяльник найнижча точка України: 6 метрів нижче рівня моря.

У минулому на місці Куяльницького лиману було гирло річки Великий Куяльник, яке з часом перетворилося на затоку Чорного моря і поступово через відкладення річкового й морського піску тут сформувалася пересип, а затока перетворилася на лиман. Відділення від моря відбулося

- Савич В.И. Влияние тяжелых металлов на процессы деградации почв / В.И. Савич, В.А. Раскатов, В.А. Седых, А.К. Саидов // Аргo XXI. – 2011. – № 10–12. – с. 46 – 48.
- Манская С. М. Геохимия органического вещества / С. М. Манская, Г. В. Дроздова. – М.: Наука, 1964. – 314 с.
- Антонова Г. Г. Содержание подвижных форм микроэлементов в освоенных торфяных почвах урочища «чисть» Псковской области / Г. Г. Антонова, Н. П. Вардья, Р. И. Дрель, Р. И. Курбатова [и др.]. - В кн: Микроэлементы в почве. Ленинград: Пушкин, 1974. – С. 23 – 29.
- Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 325 с.
- Воробьева Р. П. Использование осадков сточных вод / Р. П. Воробьева, А. С. Давыдов, Л. Ф. Новикова, Е. А. Пивень [и др.] // Агрoхимический вестник. 2000. - № 6. - С. 36–37.
- Исследование глубокой минерализации осадка сточных вод Донецких очистных сооружений / В. Н. Чернышев, В. И. Нейздойминов, В. Ф. Кизаев [и др.] // Вестник ДонНАСА. – Макеевка : ДонНАСА, 2010. – Вып. 6 (86). – С. 163–170.
- Благодарная Г. И. Развитие технологии анаэробной обработки осадков как источник альтернативной энергии на муниципальных очистных сооружениях / Г. И. Благодарная, А. А. Шевченко // Коммунальное хозяйство городов : научно-технический сборник. – Харьков : ХНАГХ, 2009. – № 88. – С. 117–122.
- Kim Jongmin. Combined anaerobic/aerobic digestion: effect of aerobic retention time on nitrogen and solids removal / Jongmin Kim, John T. Novak // Infilco Degremont Inc., Richmond, VA 23059, USA. Water environment research: a research publication of the Water Environment Federation Water Environ Res. – 2012. – № 84 (9). – P. 753–760.
- Полетаева Т. Н. Утилизация осадков сточных вод малых очистных сооружений / Т. Н. Полетаева // Коммунальное хозяйство городов : научно-технический сборник. – Харьков : ХНАГХ, 2006. – № 72. – С. 151–154.
- Vermicomposting of wastewater sludge from paper-pulp industry with nitrogen rich materials / С. Elvira, L. Sampedro, J. Dominguez [et al.] // Soil Biol. Biochem. – United Kingdom : Elsevier Limited, 1997. – Vol. 29, № 314. – P. 759–762.
- Лукиных Н. А. Проблема обработки осадков городских сточных вод / Н. А. Лукиных, И. С. Туровский // Городская канализация (обработка осадков городских сточных вод). – М. : ОНТИ АКХ, 1970. – С. 3–13.
- Ушаков Д. И. Научное обоснование гигиенических принципов и критериев безопасного использования осадков сточных вод : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. мед. наук : спец. 14.00.07 «Гигиена» / Д. И. Ушаков. – Москва, 2009. – 24 с.
- Гончарук В. И. Санитарная охрана почвы от загрязнения химическими веществами / В. И. Гончарук. - К: «Здоров'я», 1977. - С. 83-94.
- Бобух Л. В. Развитие теоретических основ процессов изменения энергоэлементного состояния физических и биологических систем / Л. В. Бобух, К. А. Бобух, Т. А. Бобух // Инженерная экология. – М. : ГУП ППП Типография «Наука» АИЦ РАН, 2004. – № 3. – С. 56–60.

приблизно в XIV столітті, значно пізніше, ніж розташованого поблизу Хаджибейського лиману. Мабуть саме тому пересип у Куяльника втричі вужчий, ніж у Хаджибея [17].

Єдині, окрім бактерій, живі організми, які мешкають в лимані, це зяброногий рачок артемія і личинка комара мотиль. Під час шлюбного сезону від величезної кількості рачків вода стає червоною, хвилі викидають рачків на берег і вони товстим шаром вкривають місцеві пляжі.

У колишні часи в Куяльницькому лимані водилася риба. Французький інженер і військовий картограф XVII ст. Гійом Левассер де Боплан в «Описі України» відзначав: «Озеро Куяльник знаходиться не ближче, ніж на дві тисячі кроків від моря і кишить рибою. На рибний лов на ці два озера приїжджають караванами більш ніж за п'ятдесят льє; тут зустрічаються коропи й щуки такої величини, що просто дивно».

Навколо Куяльника збереглися унікальні ділянки ковилового степу – леонтиця одеська (ендемик), горицвіт весняний, півник болотяний, тюльпан Шренка, мишачий гіацинт.

З представників фауни можна зустріти жовточеревого *Dolichophis caspius* і чотирьохполосого полозів *Elaphe quatuorlineata*, борсука, степового тхора, лисицю, кам'яну куницю [15].

Особливо різноманітний світ птахів. На островах у низинах і верхів'ях лиману утворюють свої багатотисячні поселення колоніальні птахи: качки, чайки і кулики. В'ють гнізда рябодзьобі та річкові качки, шилодзьобки, а також червонокнижні кулики-ходулочники морські зуйки, лугові дерихвости. На прольоті зустрі-

чаються журавель сірий, степовий, чорний лелека, великий і середній кроншнепи і один з найменш досліджених птахів України — лежень.

Життєво важливого значення для пернатих Куяльницький лиман набуває взимку. Внаслідок високої солоності вода не замерзає навіть у найлютіші морози, тому сюди на зимівлю злітаються зграї водоплавних птахів [15].

Солоні води лиману після його відділення від моря ущільнювалися в ропу — насичений соляний розчин. Своєрідність одеської групи лиманів полягає в тому, що на їх дні залягають шари мулових грязей, що містять безліч різних мінеральних частинок і органічних речовин. Складні хімічні й біологічні процеси додали муловим грязям безцінні лікувальні властивості [2,4,5].

Куяльник — один із старих грязьових курортів України, заснований у 1834 році в низов'ях лиману зусиллями Ераста Андрієвського. Куяльницькі грязі сульфідного мулу за своїми лікувальними властивостями визнані еталонними. Кращих від них немає, а ропа лиману за всіма показниками переважає ропу уславненого Мертвого моря. Ропа (насичена солями вода лиманів, порожнин і пордонних відкладів) родовища використовується у лікувальній практиці протягом 180 років [17].

За інформацією газети «Вісник Чорнобиля» (2003 р.), курорт «Куяльник». продавав куяльницьку грязь не лише оздоровницям України, але й за кордон (наприклад, до Південної Кореї). Грязі сприяють зменшенню запальних процесів, укріплюють імунітет і відновлюють функції пошкоджених органів і систем організму, а

також широко використовують у лікуванні безпліддя. Ропа лиману також має лікувальні властивості, а мінеральна вода «Куяльник» допомагає при захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Так, наприкінці XIX, початку XX ст.. грязьові проце-

дури безпосередньо біля лиману приймало до 6 000 чоловік [17].

Постановка завдання. Дуже актуальним є питання екологічного стану Куяльницького лиману. Рівень води в лимані і його солоність регулярно зазнають зміни (рис. 1).

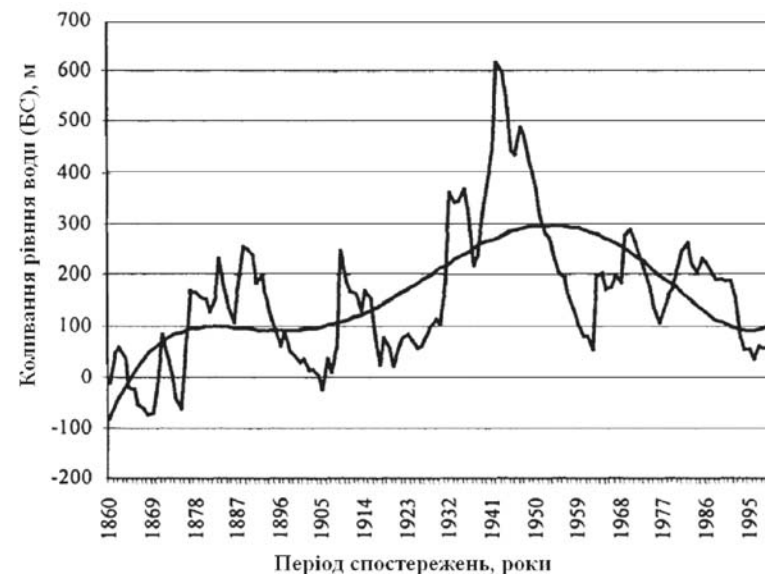


Рис. 1. Динаміка зміни рівня води Куяльницького лиману в часі [1]

Багаторічні спостереження показали, що в період з 1878 по 1968 рр. солоність води в лимані коливалася від 29 до 269‰. У роки з високою солоністю на дно лиману випадала в осад сіль. У посушливі роки, коли пересихала річка Великий Куяльник, площа водоймища зменшувалася майже удвічі. Двічі (1907 і 1925 рр.), для порятунку лиману від пересихання в нього через спеціально прориті канали, запускалася морська вода. Під час війни канал зарили [1, 6,

13, 14]. У 1962 р. було зареєстроване чергове катастрофічне зниження рівня води в лимані й знову постало питання про відновлення каналу. У 1964 р. канал намагалися відновити, але значне випадання снігу в ті зими з наступним дуже значним поверхневим стоком відвернули катастрофу і проект так і не був реалізований.

Але подібні коливання рівня води в лимані були й раніше. Тривалі зниження рівня води в лимані відмічені в 1866-1876 рр., 1894-1908, 1916-

Таблиця 1.

Результати повного хімічного аналізу пелоїдів Куяльницького лиману за схемою Щукарева [11]

| Компоненти пелоїдів, % | 1951 | 1965 | 1968 | 1984 | 1995 | 2004 | 2007 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Рідка фаза | 57,32 | 48,95 | 50,73 | 67,43 | 58,36 | 52,93 | 67,47 |
| Грязевий розчин, у т.ч. вода | 54,36 | 43,40 | 46,8 | 61,80 | 47,35 | 46,29 | 57,69 |
| Розчинені солі: | 2,96 | 5,55 | 3,93 | 5,63 | 11,01 | 6,64 | 5,78 |
| Na + K | 0,94 | - | - | 1,74 | 3,22 | 2,17 | 3,08 |
| Ca | 0,04 | - | - | 0,05 | 0,13 | 0,09 | 0,14 |
| Mg | 0,11 | - | - | 0,25 | 0,61 | 0,20 | 0,52 |
| SO | 0,05 | - | - | 0,17 | 0,27 | 0,25 | 0,36 |
| Cl | 1,76 | - | - | 3,34 | 6,74 | 3,87 | 5,62 |
| CO | 0,01 | - | - | 0,01 | 0,02 | - | - |
| HCO | 0,03 | - | - | 0,07 | 0,02 | 0,06 | 0,06 |
| Тверда фаза | | | | | | | |
| I. Кристалічна частина | 43,28 | - | 40,55 | 25,62 | 44,84 | 37,58 | 22,33 |
| Кальцієво-магнезійний скелет | 5,57 | - | 8,34 | 8,47 | 18,97 | 10,05 | 7,09 |
| у т.ч. Ca SO · 2H ₂ O | 0,15 | 0,33 | 0,93 | 0,59 | 6,02 | - | 1,08 |
| Ca (PO ₄) | 0,27 | - | 2,51 | 0,35 | 0,12 | 0,61 | 0,15 |
| CaCO ₃ | 5,06 | 3,29 | 1,43 | 6,29 | 12,67 | 2,64 | 5,32 |
| MgCO ₃ | 0,10 | 1,07 | 3,47 | 1,24 | 0,66 | 6,80 | 0,54 |
| Глинистий остів (силікатні частки діаметром більше 0,001·10 ⁻⁶ м) | 22,99 | 32,27 | 32,31 | 17,45 | 25,87 | 27,30 | 15,24 |
| II. Гідрофільний колоїдний комплекс | 14,72 | - | - | 12,58 | 7,81 | 9,72 | 10,20 |
| Силікатні частки діаметром менше 0,001·10 ⁻⁶ м | 8,51 | 4,53 | 4,46 | 6,34 | 2,96 | 2,64 | 2,86 |
| Речовини, розчинні у 10 % HCl, у т.ч.: | 5,73 | 9,77 | 6,88 | 4,40 | 1,78 | 4,97 | 5,10 |
| SiO ₂ | 2,64 | 1,20 | 1,37 | 0,50 | 0,32 | 0,25 | 0,20 |
| Al ₂ O ₃ | 2,15 | 2,19 | 3,68 | 3,23 | 1,32 | 3,47 | 4,15 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,72 | 1,29 | 1,30 | 0,43 | 0,02 | 0,64 | 0,39 |
| FeO | 0,16 | 0,21 | 0,22 | 0,05 | 0,09 | 0,61 | 0,30 |
| MnO | 0,06 | - | 0,01 | 0,04 | - | - | 0,06 |
| P ₂ O ₅ | - | - | - | 0,16 | - | - | - |
| Гідротроїлліт | 0,46 | - | - | 0,29 | 0,29 | 0,32 | 0,39 |
| Органічні речовини, у т.ч. C | 2,20 | 1,05 | - | 1,28 | 2,58 | 1,83 | 1,75 |
| Поглинуті іони | 0,05 | 2,76 | - | 0,005 | 0,16 | 0,1 | 0,10 |

До 1975 р. пелоїди Куяльницького лиману мали великі значення напруги зсуву 800 – 1500 Па, після чого вони різко зменшились до 300 – 500 Па.

Сірководень, який утворюється в пелоїдних системах при біохімічному відновленні сульфатів грязьових розчинів в умовах анаеробного середовища, зумовлює біохімічну актив-

ність пелоїдів.

Аналіз даних за вмістом сірководню свідчить про невелике його зниження після 1975 р. від 0,15 – 0,29 до 0,12 – 0,18 % внаслідок поступового затухання біохімічних процесів [11].

Для повної характеристики колоїдно-хімічних властивостей мулових сульфідних систем пелоїди досліджують за схемою Щукарева, що до-

зволяє визначити структуру та хімічний склад пелоїдних систем, найважливіші їх механічні та термічні властивості.

Рідка фаза це грязьовий розчин, який містить розчинені солі — середовище, в якому переважно відбуваються характерні для пелоїдів біохімічні та хімічні процеси.

Порівняно з 1951 р. спостерігається посилене підвищення концентрації розчинених солей – з 2,96 (1951 р.) до 6,64 % (2004 р.) [11]. Із розчинених солей виділяються іони натрію, кальцію та хлорид-іони.

У кальцієво-магнезійному скелеті відбувається перерозподіл солей: на сьогодні переважають карбонати кальцію та магнезю.

Колоїдний комплекс є найбільш хімічно активною частиною твердих речовин мулових сульфідних пелоїдів і перебуває у постійній взаємодії з їх рідкою фазою.

У гідрофільному колоїдному комплексі відмічається зменшення силікатних часток діаметром менше 0,001·10⁻⁶ м, SiO₂, Fe₂O₃, MnO.

Отже, моніторинг основних колоїдно-хімічних характеристик мулових сульфідних пелоїдів Куяльницького лиману протягом більше 50-ти років свідчить про погіршення їх стану — скорочення масової частки вологи, напруги зсуву, липкості, вмісту сірководню, концентрації біологічно активних компонентів. Крім того, пересихання лиману призвело до того, що унікальні за своїми лікарськими властивостями грязі лиману перетворилися на пил і розносяться вітром, засолюючи навколишні території. На деяких ділянках знесений шар грязі Куяльника становить

вже 5 і більше см.

Мета роботи – ознайомити громадськість з дійсним екологічним станом Куяльницького лиману, проаналізувати хімічний склад й антропогенне забруднення ропи Куяльницького лиману, води Одеської затоки Чорного моря та води річки Великий Куяльник та обґрунтувати найкраще джерело поповнення лиману водою для збереження його екологічного стану.

Матеріали та методи дослідження. Об'єкти дослідження: ропи Куяльницького лиману, морська вода Одеської затоки, вода річки Великий Куяльник.

Комплекс досліджень: експедиційні виїзди на лимани з відбором проб ропи та води з річки та моря; стаціонарні фізико-хімічні дослідження основного макроскладу (гідрокарбонат-, карбонат-іони, хлориди, сульфати, кальцій, магнезій, натрій + калій), санітарно-хімічних показників (нітрат-, нітрит-іони, іони амонію), вмісту нормованих компонентів (фтор, миш'як, свинець, цинк, кадмій, мідь, ртуть, стронцій, феноли) та вмісту біологічно активних компонентів і сполук (йод, бром, кремній, органічний вуглець); санітарно-хімічні дослідження ропи: визначення вмісту фенолів, пестицидів, нафтопродуктів, ПАР; аналіз проб ропи на вміст стійких органічних забруднювачів (СОЗ) (хлороорганічні пестициди (ХОП) — α-ГХЦГ, ГХБ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ (ліндан), гептахлор, алдрин, ДДТ та його метаболіти, поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) — нафталін, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пірен, бенз(а)антрацен, хризен,

бенз(б,к)флуорантен, бенз(а)пірен, бензо(г,і,і)перілен, ди-бенз(а,і)антрацен, індено(1,2,3-сd)пірен). Методику розроблено в Українському науковому центрі екології моря (Одеса). Дослідження виконували методом хромато-маспектрометрії.

Фізико-хімічні та санітарно-хімічні показники визначали відповідно до затверджених методик [9].

При проведенні фізикохімічного дослідження використовували апаратуру: іонімір ЕВ-74, фотоколориметр КФК-2, КФК-3, спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115-М1,

сцинтиляційний альфалічильник САС-Р-2М, аналізатор ртуті «Юлія-2К», аналізатор рідини «Флюорат-02-2М», мілівольтамперометричний аналізатор рідини «АВА-2», аналізатор загального органічного вуглецю ТОС-V CSN, хроматограф «Кристал-2000».

Результати досліджень. Дослідження показали, що мінералізація ропи Куяльницького лиману у 2005 та 2008 рр. становила 85-102, 4 г/дм³. Хімічний склад ропи є хлоридним натрієвим, де вміст переважаючих іонів відповідно складає 71 та 96 % (табл. 2).

Таблиця 2.

Хімічний склад ропи Куяльницького лиману, мг/дм²

| Дата | pH | Ca | Mg | Na+K | K | CO ₃ | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | M |
|------------|------|------|------|-------|-----|-----------------|------------------|-----------------|--------|--------|
| 14.03.2005 | 7,25 | 1200 | 5594 | 29575 | 240 | 50 | 244 | 5581 | 59960 | 102444 |
| 22.06.2008 | 6,9 | 980 | 4760 | 25320 | 98 | 45 | 150 | 2786 | 52570 | 86709 |
| 23.06.2008 | 7,4 | 960 | 4770 | 25009 | 113 | 40 | 150 | 2760 | 52120 | 85922 |
| 24.06.2008 | 7,2 | 1000 | 4620 | 25110 | 80 | 40 | 150 | 2907 | 51770 | 85677 |
| 26.06.2008 | 7,1 | 900 | 4800 | 25560 | 180 | 40 | 150 | 3000 | 52830 | 87460 |
| 27.06.2008 | 7,55 | 1120 | 4850 | 26410 | 210 | 40 | 100 | 3185 | 54600 | 90515 |
| 25.07.2008 | 7,3 | 860 | 5450 | 30840 | 348 | 40 | 150 | 3280 | 62740 | 103708 |
| 01.08.2011 | 7,2 | 800 | 8800 | 55420 | 600 | 50 | 200 | 7800 | 107160 | 180830 |

За опублікованою інформацією мінералізація ропи лиману в 1945 р. становила 29, а в 1962 – 285%, у 2006-2009 – 100-169 %, тобто її склад і мінералізація змінюються в часі [1, 10-12, 15, 20].

Ропи Куяльницького лиману містить органічні й біогенні речовини, значну кількість бромю, дещо менше йоду, залишки важких металів (табл. 3).

За середньоарифметичним вмістом азоту аміаку, нітритного азоту ропи Куяльницького лиману відносяться до 3 категорії якості (досить чиста), за вмістом нітратів – до 1

(дуже чиста), фосфатів – до 4 (слабко забруднена).

Перманганатна окиснюваність відображає, в основному, кількісні показники легко окиснюваних органічних речовин частково гумусних сполук. За цим показником ропи лиману належить до 7 категорії якості (дуже брудна).

За середньоарифметичним вмістом важких металів (кадмій, свинець, залізо) ропи є дуже чистою, за вмістом ртуті, цинку – досить чистою, марганцю – слабко забрудненою, нікелю – брудною (6 категорія якості), міді, хрому – дуже брудною.

Таблиця 3.

Вміст забруднюючих речовин у ропі Куяльницького лиману

| Інгредієнти | Вміст, мг/дм ³ | | | | | Рівень надійності, % |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------|----------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| | Мінімальний | Максимальний | Середній | Стандартна похибка | Стандартне відхилення | |
| ПО, мгО ₂ /дм ³ | 18,2 | 35,44 | 24,46 | 1,19 | 4,62 | 2,56 |
| NO ₂ , мг/дм ³ | 0,002 | 0,011 | 0,0064 | 0,0007 | 0,0026 | 0,0016 |
| NO ₃ , мг/дм ³ | 0,011 | 0,152 | 0,090 | 0,013 | 0,048 | 0,028 |
| NH ₄ , мг/дм ³ | 0,007 | 0,535 | 0,212 | 0,044 | 0,177 | 0,094 |
| PO ₄ , мг/дм ³ | 0,012 | 0,124 | 0,0679 | 0,0098 | 0,034 | 0,022 |
| P, орг. мг/дм ³ | 0,003 | 0,143 | 0,046 | 0,013 | 0,041 | 0,031 |
| Fe | 0,0096 | 0,024 | 0,017 | 0,0019 | 0,0055 | 0,0046 |
| SiO ₃ | 0,39 | 2,4 | 1,27 | 0,14 | 0,47 | 0,32 |
| Zn | 0,0034 | 0,0346 | 0,0159 | 0,0052 | 0,0128 | 0,0135 |
| Cu | 0,0027 | 0,170 | 0,085 | 0,021 | 0,058 | 0,049 |
| Br | 285,4 | 342,55 | 303,87 | 8,19 | 21,66 | 20,03 |
| J | 2,51 | 8,12 | 4,60 | 0,71 | 1,89 | 1,75 |
| Ni | 0,09 | 0,10 | 0,091 | 0,001 | 0,003 | 0,003 |
| Mn | 0,04 | 0,2314 | 0,090 | 0,022 | 0,063 | 0,053 |
| Cr | 0,1 | 0,15 | 0,125 | 0,006 | 0,016 | 0,015 |
| Co | 0,0003 | 0,0008 | 0,0005 | 0,000069 | 0,00017 | 0,00018 |
| Cd | 0,000078 | 0,00012 | 0,000094 | 0,000006 | 0,000018 | 0,000029 |
| As | 0,000098 | 0,00068 | 0,00041 | 0,000097 | 0,00024 | 0,00025 |
| Mo | 0,0066 | 0,09 | 0,0691 | 0,0136 | 0,0386 | 0,032 |
| Pb | 0,00064 | 0,00178 | 0,00106 | 0,0002 | 0,00045 | 0,00056 |
| Hg | 0,000068 | 0,000091 | 0,000071 | 0,0000051 | 0,00001 | 0,000016 |

Серед специфічних біологічно активних компонентів та сполук в терапевтично значній кількості містяться в ропі: йоду 2,33 - 13,2 мг/дм³, бромю 278,4 - 398,4 мг/дм³, ортоборної кислоти 36,40 - 100,5 мг/дм³.

Концентрації компонентів, що зазвичай нормуються в мінеральних водах (свинець, кадмій, мідь, цинк, ванадій, хром, ртуть феноли) не перевищували вимог, які зазначені у ГСТУ 42.10-02-96 "Води мінеральні лікувальні. Технічні умови". Радіоактивні компоненти радій і уран не виявлено. Вміст сірководню в ропі становить 0,02 - 0,04 %.

Однак, мінералізація ропи Куяльницького лиману є значно вищою за мінералізацію морської води Одеської затоки Чорного моря (табл. 4).

Мінералізація морської води в Одеській затоці змінюється від 14,7 до 18,5 г/дм³, що в середньому більше ніж у 5 разів нижче мінералізації ропи Куяльницького лиману. У морській воді, як і ропі лиману, переважають серед катіонів іони натрію, а серед аніонів – хлору з вмістом відповідно 77,2 та 89,7 %. За хімічним складом води моря й ропи лиману також близькі й відносяться до хлоридного класу, натрієвої групи.

Таблиця 4.

Статистична характеристика хімічного складу морської води

| Інгредієнти | Вміст, мг/дм ³ | | | | | Рівень надійності, % |
|--|---------------------------|--------------|----------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| | Мінімальний | Максимальний | Середній | Стандартна похибка | Стандартне відхилення | |
| Ca ²⁺ | 219,0 | 269,0 | 255,5 | 2,55 | 12,21 | 5,28 |
| Mg ²⁺ | 596,0 | 684,0 | 660,6 | 5,17 | 24,81 | 10,73 |
| Na ⁺ | 4515,0 | 6695,0 | 5619,6 | 82,15 | 394,00 | 170,38 |
| K ⁺ | 189,0 | 208,2 | 197,8 | 2,79 | 7,40 | 6,84 |
| CO ₃ ²⁻ | 26,0 | 93,0 | 46,0 | 14,06 | 31,46 | 39,05 |
| HCO ₃ ⁻ | 158,0 | 201,0 | 183,6 | 2,60 | 12,45 | 5,38 |
| SO ₄ ⁻ | 1300,0 | 1450,0 | 1360,6 | 6,77 | 32,46 | 14,04 |
| Cl ⁻ | 8042,0 | 10306,0 | 9792,3 | 109,50 | 525,17 | 227,09 |
| Мінералізація | 14725,0 | 18488,0 | 17786,1 | 196,97 | 944,64 | 408,49 |
| Відсотковий вміст інгредієнтів, мг-екв/дм ³ | | | | | | |
| Ca ²⁺ | 3,69 | 4,25 | 4,0 | 0,02 | 0,11 | 0,05 |
| Mg ²⁺ | 15,62 | 18,95 | 17,20 | 0,11 | 0,53 | 0,23 |
| Na ⁺ | 74,91 | 80,69 | 77,20 | 0,23 | 1,12 | 0,48 |
| K ⁺ | 1,50 | 1,90 | 1,60 | 0,04 | 0,10 | 0,09 |
| CO ₃ ²⁻ | 0,11 | 0,40 | 0,21 | 0,07 | 0,15 | 0,11 |
| HCO ₃ ⁻ | 0,87 | 1,06 | 0,93 | 0,01 | 0,06 | 0,03 |
| SO ₄ ⁻ | 8,94 | 11,17 | 9,18 | 0,11 | 0,51 | 0,22 |
| Cl ⁻ | 87,65 | 90,12 | 89,67 | 0,12 | 0,58 | 0,24 |

Відібрані й проаналізовані 21.12.2014 р. проби води з Куяльницького лиману й Одеської затоки Чорного моря в Фізико-хімічному інституті ім. А.В. Богатського свідчать, що вміст важких металів у воді Чор-

ного моря в багатьох випадках на порядок нижче, ніж у ропі Куяльницького лиману (кадмій, миш'як, цинк, залізо, марганець), а їх значення значно нижчі за ГДК для морської води (табл. 5).

Таблиця 5.

Порівняльна характеристика вмісту важких металів у воді Чорного моря й Куяльницького лиману.

| Метал токсикант | Вміст, мкг/дм ³ | | |
|-----------------|----------------------------|-----------------|---------------|
| | ГДК для морської води | у морській воді | у ропі лиману |
| Ртуть | 0,1 | 0,045 | 0,091 |
| Кадмій | 1 | 0,016 | 0,116 |
| Свинець | 10 | 1,29 | 1,78 |
| Хром | 5 | 0,25 | 0,29 |
| Миш'як | 10 | 0,013 | 0,554 |
| Цинк | 50 | 0,67 | 3,36 |
| Мідь | 5 | 1,74 | 2,73 |
| Железо | 50 | 4,9 | 23,9 |
| Кобальт | 5 | 0,5 | 0,5 |
| Марганець | - | 12,3 | 231,4 |

Таблиця 6.

Порівняльна характеристика вмісту пріоритетних поліаренів у воді Чорного моря й Куяльницького лиману.

| Поліарен | Вміст, мкг/дм ³ | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------|---------------|
| | ГДК для морської води | у морській воді | у ропі лиману |
| Нафталін | 100,0 | 10,1 | 27,9 |
| Аценафтален | | 1,1 | 2,0 |
| Аценафтен | | 1,9 | 2,1 |
| Флуорен | | 12,7 | 15,3 |
| Фенанрен | 20,0 | 10,1 | 26,1 |
| Антрацен | 20,0 | 0,9 | 21,2 |
| Флуорантен | 6,0 | 5,1 | 32,4 |
| Пірен | | 4,7 | 20,9 |
| Бенза(а)антрацен | 3,0 | 14,2 | 20,5 |
| Хризен | 3,0 | 14,4 | 45,2 |
| Бенз(в)флуорантен | | ≤1,0 | ≤1,0 |
| Бенз(к)флуорантен | 3,0 | ≤1,0 | 5,4 |
| Бенз(а)пірен | 3,0 | ≤1,0 | 1,4 |
| Індено(1,2,3-сd)пірен | | ≤1,0 | 3,4 |
| Дібенз(а, h)антрацен | | 1,1 | 1,2 |
| Бензо(г, h, i)перілен | | ≤1,0 | ≤1,0 |

За даними таблиці 5 вміст кобальту у воді Куяльницького лиману і морській воді має однакові значення, а вміст хрому, свинцю, ртуті, міді децю вище у ропі.

У тій же лабораторії Фізико-хімічного інституту ім. А.В. Богатського в цей період було визначено й вміст хлороорганічних пестицидів методом газорідної хроматографії (прибор Mega-2 HRGC 8560 "Fisons Snst"), а також поліциклічні ароматичні вуглеводні й пріоритетні поліарени (хромато-мас-спектрометричним методом на приборі Agilent7890A|5975C) як у морській воді, так і у ропі Куяльницького лиману (таблиці 6 та 7).

Результати таблиці 6 свідчать, що вміст усіх поліаренів у ропі лиману значно вищий, ніж у морській воді і за винятком бенза(а)антрацену та хризену нижчі за ГДК для морської води. Концентрація бен-

за(а)антрацену та хризену у воді Чорного моря майже в 5 разів вище ГДК для морської води й викликає занепокоєння.

Серед хлорованих пестицидів найбільшу загрозу несе ліндан, вміст якого у воді Чорного моря вищий, ніж у воді лиману у 8 разів і вищий за ГДК для морської води у 20 разів. Уміст усіх інших пестицидів у морській воді нижчий або має однакову концентрацію з ропою Куяльницького лиману (табл. 7).

Загалом антропогенне навантаження на екосистему Куяльницького лиману є вищим, ніж на воді Чорного моря й концентрація переважної більшості токсикантів у ропі лиману значно вища ніж у морській воді. Тому морська вода може бути використана для підвищення рівня й наповнення Куяльницького лиману без ризику погіршення його екологічного стану.

Щодо альтернативи морській воді Одеської затоки з наповнення й відновлення екосистеми Куяльницького лиману то такої однозначно нема. По-

перше, первинне походження вод Куяльницького лиману морське. В такому стані він розвивався багато століть.

Таблиця 7.

Порівняльна характеристика вмісту хлорованих пестицидів у воді Чорного моря й Куяльницького лиману.

| Хлорорганічні пестициди | Вміст у мкг/дм ³ | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| | ГДК для морської води | у морській воді | у році лиману |
| γ-ГХЦП | | 0,1 | 0,1 |
| ГХБ | 100 | 0,1 | 0,1 |
| β-ГХЦП | | ≤0,1 | ≤0,1 |
| Ліндан | 0,2 | 4,0 | 0,5 |
| Гептахлор | | 0,9 | 2,1 |
| Альдрин | 10,0 | 0,1 | 0,9 |
| ДДЕ | | 0,1 | 0,45 |
| ДДД | | 0,11 | 0,13 |
| ДДТ | 25,0 | 0,1 | 0,14 |

По-друге, на сьогодні зниження рівня води в Куяльницькому лимані пов'язано з повною урегульованістю стоку річок, що в нього впадають, а також значним випаровуванням з водної поверхні, яка становить 364-934 (у середньому 561 мм/рік), що в кінцевому результаті становить 29,172 млн м³/рік з поверхні лиману Куяльник.

Поверхня ставків та водосховищ у басейні річки Великий Куяльник, які запроєктовані й побудовані в 1957-1967 рр. і майже на 1 м замулені, оцінюється в 3,5-4,7 км² з акумульованим об'ємом до 10 млн м³. Отже, в маловодний рік увесь стік річки поміститься в наявних ставках та водосховищах без стоку й поповнення Куяльницького лиману.

За даними Гопченко Е.Д., Лободи Н.С. й ін. [3] норма кліматичного річного стоку річок північно-західного Причорномор'я змінюється від 30 до 10 мм, а норма природного стоку значною мірою залежить від рельєфу місцевості і для річок Тілігул (басейн

Тілігульського лиману), Великий Куяльник (басейн Куяльницького лиману), Свинна (басейн Хаджибейського лиману) змінюються від 13 до 7 мм відповідно. Внутрішньорічний розподіл стоку складається з сезонів: весна (III-V), літо (VI-VIII), осінь (IX-XI), зима (XII-II). Найбільша частка стоку формується у сезон "весна". Внаслідок посушливості клімату, незначного припливу підземних вод та антропогенного навантаження річки північно-західного Причорномор'я за типовою схемою розподілу пересихають протязі більшої частини року: у багатоводні роки - з вересня по листопад; у середні за водністю роки - з серпня по листопад; у маловодні - з липня по січень включно (табл. 8) [7, 8].

Середня багаторічна величина річного стоку річки Великий Куяльник змінюється від 0,6 л/с км² на півночі до 0,2 л/с км² при впадінні у Куяльницький лиман. Найбільший річний стік спостерігався у 2003 р. (34 мм),

найменший - у 1993 р. (0,5мм). Середня багаторічна величина річного

стоку р. Куяльник - с. Северинівка становить 4,83 мм.

Таблиця 8.

Внутрішньорічний помісячний розподіл стоку (%) характерних років (на основі даних спостережень р. Великий Куяльник - с. Северинівка)

| Рік | P, % | Характеристика водності | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | II |
|------|------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 2003 | 7 | багатоводний | 43,8 | 37,3 | 9,61 | 0,43 | 0,17 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,59 |
| 1990 | 50 | середній за водністю | 22,6 | 13,4 | 4,12 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17,5 | 43,2 |
| 1987 | 78 | маловодний | 70,5 | 29,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Максимальна місячна витрата води (10,3 м³/с) у створі В. Куяльник - смт. Северинівка спостерігалась у березні 2003р. У всі роки, окрім 1988, річка пересихала - стік відсутній, найбільша витрата - 35,9 м³/с (26.03.2003 р.) [8].

Оцінений притік прісних вод до лиману за різними оцінками становить 17-26 млн м³ рік, з них 1,3 млн м³ - підземний стік.

Нині весь цей стік відрегульований і близько 80% штучних водойм, розташованих у межах водозборів річок, щорічно пересихає, а значні об'єми припливу талих та дощових вод витрачаються на їх заповнення та у подальшому випаровування з вод-

ної поверхні [3].

Хімічна характеристика стоку річки Великий Куяльник:

усереднена загальна мінералізація у 1978-1993 рр. була більш ніж у 10 разів нижчою морської води й не перевищувала 3662 мг/дм³ при середньоарифметичному 1609 мг/дм³. У воді в значній частині проб вміст токсичних катіонів магнію і натрію та аніонів хлору й сульфатів перевищував встановлені граничнодопустимі норми у рази для водногосподарського призначення. Така мінералізація є характерною для більшості річок Причорномор'я. За хімічним складом це хлоридно-сульфатна магнієво-натрієво-кальцієва вода (табл. 9).

Таблиця 9.

Характеристика хімічного складу води річки Великий Куяльник

| Інгредієнти | Вміст у роки, мг/дм ³ | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|-------------|--------------|----------|
| | 1978-1993 | | | 2010-2014 | | |
| | мінімальний | максимальний | середній | мінімальний | максимальний | середній |
| Ca ²⁺ | 60,1 | 233,0 | 129,9 | 80,0 | 320,0 | 206,8 |
| Mg ²⁺ | 9,7 | 379,0 | 135,6 | 64,0 | 469,0 | 274,2 |
| Na ⁺ | 1,0 | 535,0 | 170,4 | 141,0 | 708 | 486,5 |
| K ⁺ | 0,1 | 225,0 | 52,9 | 13,8 | 21,0 | 16,8 |
| CO ₃ ^{»-} | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,0 | 4,6 |
| HCO ₃ ⁻ | 145,0 | 589,0 | 368,4 | 245,0 | 600,0 | 449,7 |
| SO ₄ ⁻ | 25,9 | 885,0 | 350,0 | 110,0 | 1750,0 | 1119,2 |
| Cl ⁻ | 31,5 | 1760 | 454,9 | 345,0 | 1310,0 | 910,3 |
| Мінералізація | 436,1 | 3661,0 | 1609,2 | 995,0 | 5100,0 | 3346,5 |
| pH | 7,3 | 8,2 | 7,79 | 8,18 | 8,60 | 8,36 |

Таблиця 10.

Порівняння умісту забруднюючих речовин
у воді річки Великий Куяльник та Чорного моря

| Інгредієнти | Вміст, мг/дм ³ | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|----------|------------|------------------|--------------|----------|-----------|------------------|
| | р. Великий Куяльник | | | | морська вода | | | |
| | мін. | максим. | середній | категорія якості | мін. | максим. | середній | категорія якості |
| рН | 7,3 | 8,2 | 7,79 | 2 | 6,8 | 8,4 | 7,81 | 2 |
| Жорсткість, мг-екв/дм ³ | 5,61 | 39,82 | 17,67 | - | 60,00 | 69,55 | 67,14 | - |
| NO ₂ , мг/дм ³ | 0 | 1,0 | 0,067 | 3 | 0 | 0,036 | 0,0087 | 3 |
| NO ₃ , мг/дм ³ | 0 | 10,6 | 4,525 | 7 | 0,05 | 0,25 | 0,062 | 1 |
| NH ₄ , мг/дм ³ | 0,1 | 4,4 | 0,927 | 5 | 0 | 0,28 | 0,069 | 1 |
| O ₂ , мг/дм ³ | 8,77 | 13,9 | 12,09 | 1 | 2,1 | 13,0 | 7,94 | 2 |
| O ₂ , % насич. | 61,0 | 154,0 | 98,9 | 1 | 32,0 | 105,0 | 72,3 | 4 |
| CO ₂ , мг/дм ³ | 0,9 | 9,2 | 4,18 | - | - | - | - | - |
| Прозорість, м | 0,2 | 2,4 | 1,965 | 1 | 6,0 | 7,4 | 6,57 | 1 |
| Кольоровість | 6 | 74 | 24,3 | - | 9,3 | 18 | 14,09 | - |
| Зваж. реч., мг/дм ³ | 3,0 | 832,0 | 101,7 | 7 | 3,0 | 5,1 | 3,78 | 1 |
| ПО, мг/дм ³ | 5,6 | 12,8 | 9,9 | 4 | 3,8 | 12,4 | 8,07 | 4 |
| БО, мг/дм ³ | 8,7 | 149,0 | 29,8 | 4 | - | - | - | - |
| БСК ₅ , мг/дм ³ | 0,96 | 10,75 | 3,98 | 4 | - | - | - | - |
| PO ₄ , мг/дм ³ | 0 | 0,475 | 0,089 | 4 | 0 | 0,135 | 0,0255 | 2 |
| P, заг. мг/дм ³ | 0,038 | 0,867 | 0,156 | - | 0 | 0,140 | 0,0302 | - |
| НП | 0 | 0,15 | 0,019 | 2 | 0 | 0,33 | 0,138 | 5 |
| СПАР | 0 | 0,2 | 0,07 | 5 | 0 | 0,042 | 0,0135 | 3 |
| Феноли | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,009 | 0,00425 | 5 |
| F | 0,28 | 0,34 | 0,302 | 5 | 0,26 | 0,34 | 0,295 | 5 |
| α-ГХЦГ | 0 | 0,000012 | 0,000001 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| γ-ГХЦГ | 0 | 0,000001 | 0,00000007 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| ДДТ | 0 | 0,000001 | 0,00000007 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| ДДЕ | 0 | 0,000001 | 0,00000007 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| ДДД | 0 | 0,000001 | 0,00000007 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| Формальдегід | 0,1 | 0,14 | 0,128 | - | - | - | - | - |
| Si | 0,2 | 5,5 | 0,79 | - | 0,95 | 3,00 | 1,90 | - |
| Cu | 0,0017 | 0,018 | 0,0078 | 4 | 0,00278 | 0,0144 | 0,008 | 4 |
| Zn | 0,002 | 0,038 | 0,036 | 4 | 0,00933 | 0,025 | 0,016 | 3 |
| Fe | 0 | 0,82 | 0,254 | 4 | 0,03 | 0,3 | 0,129 | 4 |
| Cr ⁶⁺ | 0 | 0,016 | 0,0061 | 4 | 0,005 | 0,006 | 0,00525 | 3 |
| Pb | 0 | 0,034 | 0,0162 | 4 | 0,00044 | 0,00168 | 0,00092 | 1 |
| Co | 0,001 | 0,038 | 0,0086 | - | - | - | 0,0005 | - |
| Ti | 0,067 | 0,174 | 0,108 | - | - | - | - | - |
| Ni | 0 | 0,038 | 0,0086 | 3 | 0 | 0,011 | 0,002 | 2 |
| Cd | - | - | - | - | 0,00014 | 0,001758 | 0,0008 | 5 |
| Hg | - | - | - | - | 0,000025 | 0,000047 | 0,0000325 | 2 |
| Mn | 0 | 0,178 | 0,042 | 3 | 0,00125 | 0,00817 | 0,0035 | 1 |

У 2010-2014 рр. загальна мінералізація води річки Великий Куяльник зросла вдвічі порівняно з 1978-1993 рр. Зростання загальної мінералізації відбулося за рахунок катіонів натрію в 3,36 рази, магнію – 2,02, сульфат-аніонів – 3,42, хлоридів – 1,96 рази.

Вода річки Великий Куяльник містить значну кількість біогенних речовин, фосфатів, органічних речовин, фенолів, нафтопродуктів, важких металів, пестицидів.

Уміст біогенних речовин у вигляді сполук азоту у воді річки Великий Куяльник значно (на порядок) вищий, ніж у морській воді відповідно: NH₄- 0,927 та 0,069 мг/дм³; NO₃ – 4,525 та 0,062; NO₂ – 0,067 та 0,0087. Аналогічним є й вміст фосфатів – відповідно 0,089 та 0,0255 мг/дм³ (табл. 10).

Якщо порівняти вміст важких металів у воді річки Великий Куяльник морською водою, то між багатьма показниками різниця більша ніж на

порядок з перевагою річкової води (NO₂, NO₃, NH₄, зважені речовини, свинець, кобальт, марганець). Уміст таких важких металів як свинець, мідь, цинк, кобальт, хром, залізо у воді р. Великий Куяльник є значно вищим, ніж у ропі Куяльницького лиману (табл. 3, 10).

Децю вищими, ніж у воді річки Великий Куяльник, є концентрації нафтопродуктів та фенолів у морській воді. Це викликає деяке занепокоєння.

Загальну оцінку ропи, морської води, води річки Великий Куяльник за всією множиною трофо-сапробіологічних показників (за так званою функцією міри R, [16]) наведено у табл. 11, яка свідчить, що вода цих джерел відповідно належить до 3, 4, 4 категорії, тобто морська вода є досить чистою, а ропи лиману й вода річки Великий Куяльник – слабко забрудненою.

Таблиця 11.

Якість води й ропи за всією множиною
трофо-сапробіологічних показників

| Категорії якості води | Кількість показників відповідної категорії та загальна оцінка якості води | | |
|-----------------------|---|------------------|--------------|
| | ропа | Великий Куяльник | морська вода |
| 1 | 5 | 4 | 6 |
| 2 | 2 | 2 | 5 |
| 3 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 2 | 9 | 4 |
| 5 | 0 | 3 | 4 |
| 6 | 6 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 2 | 0 |
| Загальна оцінка R | 76/22=3,49 | 82/23=4,00 | 74/23=3,22 |
| Категорія якості | 4 | 4 | 3 |

Аналіз засвідчує, що наповнення Куяльницького лиману морською водою Одеської затоки Чорного моря не завдає значної шкоди його еколо-

гічному стану. Наповнення лиману стоком річок, що в нього спадають, то цей стік є більш антропогенно забрудненим ніж морська вода і його

об'єми незначні. Буде продовжуватися рознесення солей з поверхні висушеного лиману на навколишні ґрунти та їх засолення й зниження родючості.

Висновки.

Екологічний стан більш ніж наполовину пересохлого Куяльницького лиману вимагає невідкладного втручання у його подальше існування і негайне наповнення водою.

Порівняння хімічного складу ропи лиману, морської води й води річки Великий Куяльник свідчить, що найбільш придатною для наповнення лиману є морська вода Одеської затоки Чорного моря. Більше того, поодження самого лиману є морським

і в такому стані він розвивався багато століть.

Уміст переважної частини забруднюючих і токсичних речовин у морській воді значно нижчий, ніж у воді річки Великий Куяльник і ропі Куяльницького лиману. Природний стік з басейну річки Великий Куяльник і підземного стоку в ложе лиману є недостатніми для самовідновлення лиману в найближчий час.

Отже, поповнення ложа Куяльницького лиману морською водою Одеської затоки Чорного моря є безальтернативним. Ці роботи необхідно продовжувати щонайменше до квітня місяця з наступним відновленням в осінньо-зимовий період **2015-2016** рр.

Література

1. Адобовский В.В., Шихалева Г.Н., Шурова Н.М. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана / Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны. Севастополь, 2002, вып.1(6).- С.71-81.
2. Геология шельфа Украины. Лиманы // Отв. ред. Е.Ф.Шнюков. – Киев: Наук. Думка, 1984. – 176 с.
3. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). – К.: КНТ. – 2005. – 188 с.
4. Зелинский И.П., Черкез Е.А., Шмуратко В.И. Роль тектонической разблоченности в формировании инженерно-геологических и сейсмических процессов на территории Одессы // Зб. наук. праць НГА України. – Дніпропетровськ, 1999. – Т.1. 6. – С. 188-192.
5. Козлова Т.В., Черкез Е.А., Шмуратко В.И. Микроблоковая геодинамика на территории Одессы и скорость осевого вращения Земли. Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць / Державне підприємство «НДІБК» Мінрегіонбуду України. Вип. 75: в 2-х кн.: Книга 1. - Київ, ДП НДІБК, 2011. С.271-276.
6. Колесникова А.А., Носырев И.В., Шмуратко В.И. Циклический характер изменчивости гидролого-гидрохимических параметров Куяльницкого лимана (Северное Причерноморье) // Доповіді НАН України, 8, 1997, С.123-128.
7. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. – Одесса: Экология. - 2005. – 208 с.
8. Лобода Н.С., Гриб О.М., Сіренко А.М. Оцінка припливу прісних вод до Куяльницького лиману//Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2011. - Т.1(22). – С. 51-59.
9. Нікіпелова О. М. Посібник з методів контролю природних мінеральних вод, штучно-мінералізованих вод та напоїв на їх основі. Ч. 1. Фізико-хімічні дослідження / О. М. Нікіпелова, Т. Г. Філіпенко, Л. Б. Солодова. – Одеса : Спеціалізоване вид-во «ЮНЕСКО-СОЦІО», 2002. – 96 с.
10. Нікіпелова О. М., Мокієнко А. В., Солодова Л. Б., Боровська Ж. М., Ціома О. А., Коєва

- Х. О., Шевченко М. В. Характеристика фізико-хімічних властивостей й пелоїдів причорноморських лиманів // Вісник ОНУ. Том 17, випуск 2 (42) 2012. Хімія. С. 42-47.
11. Нікіпелова О.М. Результаты мониторинга колоидно-химических властивостей муловых сульфидных систем Куяльницкого лимана та озера Чокрак //Труды Одесского политехнического университета, 2009, вып. 1(31). С.169-173.
 12. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов // Изд. Наукова думка, Киев, 1974. – 225 с.
 13. Рудской М.П. Изменения уровня лиманов // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Т. XX. – Вып. I. – Одесса. – 1895. – С. 13-23.
 14. Рудской М.П. О происхождении лиманов Херсонской губернии //Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Т. XX. – Вып. I. – Одесса. – 1895. – С. 1-12.
 15. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. — Киев: Наукова думка, 2006. — 701 с.
 16. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С.І. Сніжко // Київ. “Ніка-Центр”. 2001. 262 с.
 17. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одешины и их рыбохозяйственное значение. — Одесса: Астропринт, 2001. — 151 с.
 18. Шмуратко В.И., Черкез Е.А. Ротационная динамика и режим уровня смежных водоносных горизонтов на территории Одессы // Ресурсы подземных вод: Современные проблемы изучения и использования: Материалы между. науч. конф. Москва, 13-14 мая 2010 г.: К 100-летию со дня рождения Бориса Ивановича Куделина. – М., МАКС Пресс, 2010. С.165 – 170.
 19. Шмуратко В.И., Черкез Е.А., Буняк О.А. Гидродинамический режим подземных вод на территории Одессы и ротационная динамика / Комплексные проблемы гидрогеологии: тез. докл. науч. конф. – 27-28 октября 2011г. – СПб.: С.-Петерб. Ун-т, 2011. С. 199-201.
 20. Эннан А.А., Шихалева Г.Н., Бабинец С.К. и др. Особенности ионно-солевого состава воды Куяльницкого лимана // Вісник ОНУ. Т. 11, Вып. 2, Хімія, 2006. С. 67-74.