

УДК 556.16:556.06

Лобода Н.С., Куза А.М.

Одеський державний екологічний університет, м.Одеса

АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА СТІК РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Ключові слова: модель «клімат-стік», кліматичний сценарій, коефіцієнти антропогенного впливу.

Вступ. Актуальність роботи пов'язана із необхідністю передбачення наслідків змін клімату зони недостатнього зволоження України, включаючи Одеську область [1]. Особливої уваги заслуговує питання охорони та збереження природних ресурсів, серед яких значуще місце посідають водні ресурси степової зони, які є вразливими і обмеженими. В результаті кліматичних змін і нестабільності природних екосистем водних об'єктів, виникає ціла низка кліматичних ризиків для економіки країни, пов'язаних із зростанням тривалості посушливих періодів, розширенням у просторі зони недостатнього зволоження, зменшенням водності річок. Головними чинниками, які виснажують річки та лимани Північно-Західного Причорномор'я є зміни регіонального клімату у поєднанні із водогосподарською діяльністю [2]. Річка Великий Куяльник є надзвичайно важливою для екологічної системи Куяльницького лиману, який має світове визнання завдяки цілющим властивостям грязі і ропи, що сформувалися у лимані на протязі століть [3]. У минулому сторіччі р.В. Куяльник поставляла до Куяльницького лиману головну частину (91,8%) об'ємів прісної води, що надходила від річок. За даними спостережень у період з 1953 до 1988 рр. середній багаторічний стік р.Великий Куяльник становив 13,8 млн.м³, а з 1989 р. (переламний рік, з якого починаються значущі зміни клімату на території України) по 2011 рр. об'єм припливу прісних вод від річки до Куяльницького лиману зменшився до 3,86 млн.м³ [4]. Прогноз змін середнього багаторічного річного стоку р. Великий Куяльник за метеорологічними даними сценаріїв змін клімату у ХХІ сторіччі, наданий на базі моделі «клімат-стік», показав стійку тенденцію до зменшення стоку [5,6] за рахунок потепління. За таких умов особливу значущість набуває прогноз впливу водогосподарської діяльності на стік річки. Вирішення проблеми відновлення екосистеми Куяльницького лиману може відбуватися двома шляхами: через оптимізацію водогосподарської діяльності на річках і відповідне збільшення їх стоку або через надання об'ємів морської води трубопроводом море-лимани [7]. У такій ситуації було необхідно визначитися, які види водогосподарської діяльності є найбільш впливовими та потребують проведення оптимізаційних заходів.

Метою роботи є вияв найбільш впливових чинників водогосподарської діяльності та оцінка можливих змін стоку через їхню дію у різних кліматичних умовах.

Робота базується на використанні стохастичної моделі «клімат-стік», розробленої в ОДЕКУ [8, 9] і виконана у рамках «Регіональної програми збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 роки», яка була затверджена рішенням Одеської обласної ради № 270-VI від 28.10.2011 р. [10], а також у рамках науково-дослідної роботи № 177 «Науково-дослідні роботи з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-

біологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки» *частина (лот) 1 – гідрологічне обстеження»* (Договір з Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації № 28/10-16 від 18.10.2016 р.).

Аналіз попередніх досліджень. Інтенсивне зростання масштабів сільського господарства у минулому сторіччі (за часів РССР) потребувало розвитку наукових досліджень щодо оцінки впливу антропогенної діяльності на гідрологічний режим річок. Результати наукової праці вчених різних республік, присвячених вивченню наслідків господарської діяльності у змінах водних ресурсів, публікувалися у збірниках наукових робіт Державного Гідрологічного інституту (м.Ленінград), Інституту водних проблем (м. Москва), Українського регіонального гідрометеорологічного науково-дослідного інституту (м. Київ), Одеського гідрометеорологічного інституту, науково-дослідних інститутів комплексного використання водних ресурсів різних республік. Серед українських науковців, які займалися цими проблемами слід виділити роботи Я.О. Фоменка, А.І. Шерешевського, В.А. Войцехович, П.Ф. Вишневського, А.М. Бефані, Є.Д. Гопченка, Н.С. Лободи, А.В. Яцика, О.З. Ревери та ін. Сумісні дослідження впливу антропогенного навантаження на водні ресурси Дунаю, Дністра, Північно-Західного Причорномор'я проводилися такими вченими Молдови як Лаликін Н.В. [11] та Мельничук О.М. [12, 13].

Наукові дослідження впливу водогосподарських перетворень на гідрологічний режим річок у часи незалежної України проводилися такими вченими як Вишневський В.І. [14, 15], Яцик А.В. [16], Гребінь В.В. [17, 18].

У стінах ОДЕКУ плідно працюють над проблемами оцінки антропогенного впливу на гідрологічні характеристики річок України Є.Д. Гопченко та Н.С. Лобода [4, 8, 9, 14, 20]. Роботи з математичного моделювання наслідків змін водних ресурсів на гідрологічний та екологічний стан лиманів та прибережної зони Чорного моря виконуються під керівництвом Ю.С. Тучковенко [21]

Питання доцільного використання і дбайливого ставлення до водних ресурсів також активно обговорювалося під час Першого всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, який відбувся у березні 2017 року в ОДЕКУ.

Важливою задачею початку нового сторіччя є дослідження антропогенного впливу на водні ресурси із урахуванням змін глобального та регіонального клімату. Така проблема зумовила надання водним ресурсам особливого статусу: «Вода на відміну від будь-якого комерційного продукту є спадщиною, яку необхідно охороняти, захищати та відповідно з нею поводитися.» (визначення, прийняте у 2000 році Водною Рамковою Директивою Європейського Співтовариства № 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року) [22].

У 2012 році було опубліковане дослідження Еріка Е. Массея «Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні», перекладене А. Плесаком [23], згідно якого сталий розвиток держави передбачає наступні дії*:

- зниження споживання води у всіх сферах промисловості і господарства країни через застосування субсидій, податків і штрафів.

- захист каналів з метою зменшення втрат від фільтрації; заліснення постійних каналів у системах зрошення для утилізації фільтрованої води та зменшення випаровування.

- регулярний перегляд моделювання водного режиму в регіоні з використанням останніх кліматичних даних (оновлені результати є основою для раціонального використання водних ресурсів та надання ліцензій і дозволів);

- оцінка потреб у воді основними комунальними службами в умовах зміни клімату.

План імплементації Водної Рамкової директиви ЄС затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 квітня 2015 року №371 [24, 25].

Рішення поставлених задач частково надане у роботах вчених Одеського державного екологічного університету присвячених розгляду гідроекологічних проблем лиманів Північно-Західного Причорномор'я [19], включаючи Куяльницький, Тилігульський та Хаджибейський лимани [4, 26]. До дослідження водозбору Куяльницького лиману був залучений європейський досвід з питань комплексного управління водними ресурсами Європейських лагун в умовах змін клімату (Міжнародний дослідницький проект 7-ї Рамкової Програми ЄС «Комплексне управління водними ресурсами і прибережною зоною в Європейських лагунах в умовах зміни клімату» [27].

Виклад основного матеріалу дослідження. Річка В.Куяльник є водним об'єктом Північно-Західного Причорномор'я і джерелом живлення Куяльницького лиману прісними річковими водами. Основними чинниками антропогенного впливу є урбанізація, розораність земель і створення штучних водойм (ставків, прудів, каналів, тощо).

Ступінь впливу водогосподарської діяльності на природний стік річки оцінювався за стохастичною моделлю “клімат-стік”, де на вході використовуються метеорологічні дані та відомості про масштаби водогосподарських перетворень, а на виході отримуються характеристики природного та побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю) стоку. Методики розрахунків природного та побутового стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок, водозбори яких знаходяться під дією антропогенного навантаження, спираються на результати математичного моделювання за моделлю “клімат-стік”. В результаті імітаційного стохастичного моделювання виявлені та узагальнені у вигляді розрахункових залежностей основні закономірності змін статистичних параметрів річного стоку від показників рівня водогосподарської діяльності на водозборах [8,9]. Апроксимація отриманих залежностей математичними функціями дозволила розробити узагальнені розрахункові рівняння, названі “функціями антропогенного впливу” або “функціями відгуку”. Розроблені методики увійшли до нормативних документів по розрахунках стоку республіки Молдова [28] та введені у проект державних будівельних норм України [29].

Оцінку наслідків водогосподарської діяльності надаються через «коефіцієнти антропогенного впливу»

$$k_A = \frac{A_f}{A_o} , \quad (1)$$

де A_o – значення того або іншого статистичного параметра річного стоку в природних умовах; A_f – значення параметра річного побутового стоку при заданих показниках антропогенного впливу.

Чинники водогосподарської діяльності впливають на стік річок в комплексі, тому було запропоновано методику їх сумісного врахування. Сумісна дія m водогосподарських чинників може бути визначена за наступним рівнянням

$$A_f = A_o [k_1 + k_2 + k_3 \dots + k_m - (m - 1)] , \quad (2)$$

де $k_1, k_2, k_3 \dots k_m$ – коефіцієнти, які кількісно враховують зміни статистичних параметрів річного стоку при різних водогосподарських чинниках.

Для кількісної оцінки впливу додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм на річний стік розроблені такі «функції відгуку» характеристик стоку на водогосподарське втручання, які мають вигляд

$$k'_{\bar{Y}} = e^{-\alpha_{\bar{Y}} f_B} ; \quad (3)$$

$$k'_{C_V} = e^{\alpha_{C_V} f_B} ; \quad (4)$$

$$k'_{C_S} = e^{\alpha_{C_S} f_B} , \quad (5)$$

де $k'_{\bar{Y}}$, k'_{C_V} , k'_{C_S} – коефіцієнти впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм на статистичні параметри річного стоку \bar{Y} , C_V , C_S , f_B – сумарна площа водної поверхні штучних водойм, виражена у відсотках від загальної площі водозборів F ; α_A – коефіцієнти інтенсивності антропогенного впливу на розглядуваний статистичний параметр, які залежать від норми кліматичного стоку \bar{Y}_K .

Визначення коефіцієнтів α_A для рівнинних територій відбувається за такими рівняннями

$$\alpha_{\bar{Y}} = 0,767 \bar{Y}_K^{(-0,49)} ; \quad (6)$$

$$\alpha_{C_V} = 0,247 e^{(-0,0274 \bar{Y}_K)} ; \quad (7)$$

$$\alpha_{C_S} = 0,179 e^{(-0,0246 \bar{Y}_K)} . \quad (8)$$

Коефіцієнт антропогенного впливу, який характеризує втрати на заповнення штучних водойм водою, визначається як відношення

$$\frac{\bar{W}_{PP} - \bar{W}_3}{\bar{W}_{PP}} = \frac{W_{ПОВ}}{W_{PP}} = k_{\bar{Y},3} , \quad (9)$$

де \bar{W}_{PP} – об'єм природного стоку, який надходить до водосховищ або ставків; \bar{W}_3 – об'єм заповнення; $W_{ПОВ}$ – об'єм побутового стоку, який залишається після врахування «функцій відгуку»; $k_{\bar{Y},3}$ – коефіцієнт втрат на заповнення штучних водойм.

Значення коефіцієнту антропогенного впливу, які відображають дію агротехнічних заходів (а саме – розораність водозбору), встановлювалися за методикою, запропонованою вченими Молдови, зокрема проф. Мельничуком О.М., які сумісно з науковцями ОДЕКУ розробляли методики оцінки характеристик стоку в умовах значного антропогенного впливу [28]

$$\psi_{at} = \frac{\bar{Y}_{ПОВ}}{\bar{Y}_{PP}} = 1 - 10^{-2} \Delta_{at} , \quad (10)$$

де ψ_{at} - коефіцієнт впливу агролісомеліорацій; $\bar{Y}_{ПОВ}$ - норма побутового стоку, яка утворилася під впливом агролісомеліорацій; \bar{Y}_{PP} - норма природного річного стоку, являє собою водні ресурси незмінні антропогенними факторами, і встановлюється як добуток норми кліматичного стоку на значення антропогенного коефіцієнту; Δ_{at} - зменшення норми природного стоку, у % (встановлюється за [28]).

Урбанізованість територій залежить від утворення значних водонепроникних площ. За умови, що відсутні додаткові атмосферні опади над урбанізованою

територією, підземне живлення та відсутність перекиду стоку з інших басейнів, зміну середньої багаторічної величини річного стоку було оцінено за такою формулою [28]

$$\Delta Y_{ur} = \bar{Y}_{IP} \psi_{\eta} f_{ur} , \quad (11)$$

де ΔY_{ur} - зміни річного стоку за рахунок урбанізації; ψ_{η} - коефіцієнт, який залежить від долі непроникних площ; f_{ur} - доля площі урбанізованої території. Параметри ψ_{η} , f_{ur} встановлюються за відповідною таблицею [28].

Коефіцієнт антропогенного впливу, який відображає наслідки урбанізації при формуванні стоку з водозборів, визначався наступним чином

$$k_{ur} = 1 + \psi_{ur} f_{ur} , \quad (12)$$

де $k_{ur} = \frac{\bar{Y}_{IP} + \Delta \bar{Y}_{ur}}{\bar{Y}_{IP}}$.

Коефіцієнт впливу скиду забруднених вод розраховувався таким чином:

$$K_{СК} = \frac{W_{IP} + W_{СК}}{W_{IP}} , \quad (13)$$

де $K_{СКIP}$ - коефіцієнт впливу скиду вод на природний стік; W_{IP} - природний річний стік, млн. м³; $W_{СК}$ - об'єм скидів, млн. м³.

Розораність водозбору р. Великий Куяльник прийнята рівною 61,27%, урбанізованість – 6,97%, об'єм скиду - 0,372 млн.м³, сумарний об'єм заповнення штучних водойм – 15,6 млн.м³, відносна площа водної поверхні – 0,33%.

Опис і аналіз результатів. Оцінка втрат стоку на заповнення штучних водойм виконувалася на основі даних про їх сумарні об'єми для кожної річки окремо. Якщо вважати, що всі водойми щорічно повністю заповнюються водою (100% заповнення), то вийшло б, що середній багаторічний стік усіх приток р. Великий Куяльник витрачався б на заповнення ставків і мав би дорівнювати нулю (табл. 1). У роботі [4], було показано, що найбільша відповідність розрахункових та фактичних значень побутового стоку у створі р. Великий Куяльник устанавлюється за умови, що для середнього багаторічного періоду приймається 40% наповнення штучних водойм (табл. 2).

Таблиця 1. Оцінка впливу штучних водойм на середній багаторічний об'єм природного стоку річок у басейні р. Великий Куяльник (при 100% їх заповненні) [4]

Річка	\bar{W}_{IP} , млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				наповнення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $k_{\bar{Y}}$
р. В.Куяльник	20,4	15,6	0,33	0,24	0,93	0,27
р. Кошкова	3,50	5,05	0,36	0,00	0,94	0,00
б. Силівка	1,53	3,07	0,37	0,00	0,94	0,00
р. Суха Журівка	3,29	2,19	1,78	0,33	0,76	0,09
Верхів'я р. В.Куяльник	7,85	1,27	0,62	0,84	0,91	0,75
Ділянка р. В.Куяльник (Силівка–Суха Журівка)	3,41	4,32	0,87	0,00	0,87	0,00

Таблиця 2. Оцінка впливу штучних водойм на середній багаторічний об'єм природного стоку річок водозбору р. Великий Куяльник при їх 40%-му заповненні

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				наповнення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $k_{\bar{Y}}$
р. В.Куяльник	20,4	7,8	0,33	0,70	0,93	0,63
р. Кошкова	3,50	2,02	0,36	0,42	0,94	0,36
б. Силівка	1,53	1,23	0,37	0,20	0,94	0,14
р. Суха Журівка	3,29	0,876	1,78	0,73	0,76	0,49
Верхів'я р. В.Куяльник	7,85	0,506	0,62	0,94	0,91	0,85
р. В.Куяльник(Силівка–Суха Журівка)	3,41	1,73	0,87	0,49	0,87	0,36

Результати розрахунків коефіцієнтів антропогенного впливу за кожним видом господарської діяльності зведені до таблиці 3.

Сумарний коефіцієнт антропогенного впливу за виділеними чинниками встановлювався за формулою

$$Y_{ПОВ} = Y_{ПР} \left\{ \left[k_{\bar{Y},3} + k'_{\bar{Y}} + \psi_{at} + k_{ur} + k_{СК} - 4 \right] \right\}. \quad (14)$$

Установлено, що сумарний коефіцієнт антропогенного впливу дорівнює 0,67 (табл. 3). Штучні водойми та розораність водозборів сприяють зменшенню стоку річки В.Куяльник, а вплив урбанізованості та скиду вод – зростанню.

Таблиця 3. Розраховані коефіцієнти антропогенного впливу

Вид антропогенної діяльності	Коефіцієнти антропогенного впливу
Втрати на заповнення штучних водойм (при 40% заповненні їх загального об'єму), $k_{\bar{Y},3}$	0,70
Втрати на додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм, $k'_{\bar{Y}}$	0,93
Вплив агролісомеліорацій, ψ_{at}	0,94
Вплив урбанізованості водозбору, k_{ur}	1,08
Скидання вод, $K_{СКПР}$.	1,02
Сумарний коефіцієнт антропогенного впливу	0,67

Проте вплив останніх двох чинників не суттєвий (у межах 10%). Сумарна дія штучних водойм (їх заповнення $k_{\bar{Y},3}$ та втрати на випаровування $k'_{\bar{Y}}$) оцінюється коефіцієнтом 0,63. Вплив урбанізованості та скиду вод майже перекривається наслідками розораності поверхні водозбору. Отже, основним антропогенним чинником на водозборі р.Великий Куяльник слід визнати вплив штучних водойм. Оскільки на інших водотоках водозбору Куяльницького лиману зберігається така сама водогосподарська ситуація, у подальшому при оцінках побутового стоку розглядалися саме наслідки впливу штучних водойм.

Отримані Н.С. Лободою та Божок Ю.В. результати моделювання водних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я в умовах змін клімату (за кліматичними сценаріями) [5, 6] показали, що можливе їх зменшення за сценарієм RCP4.5 становитиме 37,4% у 2011-2050 рр. та 48,6% за сценарієм RCP8.5. Коефіцієнти сумарного антропогенного впливу штучних водойм досягнуть у 2011-2050 рр. значення 0,36 (за сценарієм RCP4.5) та 0,27 (для сценарію RCP8.5) (табл. 4, 5).

Таблиця 4. Оцінка впливу штучних водойм на середній багаторічний об'єм природного стоку річок водозбору р. Великий Куяльник при їх 40%-му заповненні за 2011-2050 рр. згідно із сценарієм RCP4.5

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				наповнення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $k_{\bar{Y}}$
р. Великий Куяльник	12,9	7,8	0,33	0,91	0,40	0,30
р. Кошкова	2,20	2,02	0,36	0,88	0,37	0,26
б. Силівка	0,964	1,23	0,37	0,90	0,42	0,31
р.Суха Журівка	2,07	0,876	1,78	0,65	0,88	0,53
Верхів'я р. В.Куяльник	4,95	0,506	0,62	0,88	0,90	0,77
р. В.Куяльник (Силівка–Суха Журівка)	2,15	1,73	0,87	0,78	0,20	0

Таблиця 5. Оцінка впливу штучних водойм на середній багаторічний об'єм природного стоку річок водозбору р. Великий Куяльник при їх 40%-му заповненні за 2011-2050 рр. згідно із сценарієм RCP8.5

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				наповнення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $k_{\bar{Y}}$
р. В.Куяльник	10,4	7,8	0,33	0,90	0,25	0,15
р. Кошкова	1,78	2,02	0,36	0,87	0,23	0,10
б. Силівка	0,78	1,23	0,37	0,88	0,28	0,17
р.Суха Журівка	1,68	0,876	1,78	0,62	0,85	0,47
Верхів'я р. В.Куяльник	4,00	0,506	0,62	0,86	0,87	0,74
р. В.Куяльник (Силівка–Суха Журівка)	1,74	1,73	0,87	0,76	0,01	0

Висновки. Оцінка різних чинників водогосподарської діяльності на водозборі р. Великий Куяльник, яка у минулому була головним постачальником прісних річкових вод до Куяльницького лиману, показала, що найбільш дієвий вплив на її водність чинять штучні водойми, які заповнюються лише у багатоводні роки і можуть на протязі декількох сезонів, і навіть років, знаходитись у пересохлому стані. Отримані за моделлю “клімат-стік” результати розрахунків побутового стоку за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 дозволяють зробити висновок, що у XXI сторіччі збільшення стоку річок водозбору р. Великий Куяльник за рахунок кліматичних умов не відбудеться, оскільки посушливість клімату буде зростати. Через зменшення водності річок наслідки створення штучних водойм посиляться, що призведе до незворотного руйнування водних ресурсів річок (побутовий стік на період 2011-2050 рр. за сценарними даними зменшиться майже у два рази у порівнянні із сучасним). Для збереження водних ресурсів р. Великий Куяльник необхідно лімітувати об'єми заповнення штучних водойм в залежності від значень природного (непорушеного господарською діяльністю) середнього багаторічного річного стоку річок.

Список літератури

1. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: моногр. / С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Н. С. Лобода. Одеса: ТЕ, 2015. 520 с. 2. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region.

International Journal of Research In Earth and Environmental Sciences, 2015. Vol 02, No. 9. P. 1-6. **3. Осмоловський-Ярошенко А. Р.** Історія наших лиманів за теорією і спостереженнями. Зап. Од. наук. при ВУАН Тар, 1929. Ч. 3. С. 39-74. **4.** Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: моногр. / За ред. Лободи Н. С., Гопченка Є. Д. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с. **5. Лобода Н. С., Божок Ю. В.** Вплив кліматичних змін на водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я у сценарних умовах (RCP8.5 та RCP4.5). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т.2 (41). С.48-58. **6. Лобода Н. С., Божок Ю. В.** Водні ресурси України ХХІ сторіччя за сценаріями змін клімату (RCP8.5 та RCP4.5). Український гідрометеорологічний журнал, 2016. №17, С. 114-122. **7. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С. Гриб О. М., Кушнір Д. В., Отченаш Н. Д.** Раціональне використання та відновлення водних ресурсів водозбору р. Великий Куяльник та Куяльницького лиману у кліматичних умовах ХХІ сторіччя / Збірник статей науково-практичної конференції із міжнародною участю, м.Рівне, 5-8 липня, 2017 р. Житомир : Вид-во ЕП "Укрекобіокон". 2017. С. 211-216. **8. Лобода Н. С.** Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: моногр. Одеса : Экология, 2005. 208 с. **9. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С.** Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). К. : КНТ, 2005. 188 с. **10.** Регіональна програма збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 роки, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 270-VI від 28.10.2011 р. (з усіма змінами та доповненнями). **11. Лалыкин Н.В., Светличный А.А.** Влияние орошения на норму годового стока рек Молдавии. Метеорология, климатология и гидрология. Одесса-Киев : Вища Школа, 1982. Вып. 18. с. 144-148. **12. Мельничук О. Н.** Паводки и наводнения на реках Молдовы: монография. Кишинэу: Prіtex-Com, 2012. 234 р. **13. Мельничук О., Лалыкин Н., Константинова Т., Бобок Н., Недялкова М.** Отчет по теме «Современное количественное и качественное состояние водных ресурсов». Кишинэу. 2004. 79 с. **14. Вишневський В.І.** Річки і водойми України. Стан і використання. К. : Віпол, 2000. 376 с. **15. Вишневський В.І., Косовець О.О.** Гідрологічні характеристики річок України. К. : Ніка-Центр, 2003. 324 с. **16. Яцук А.В.** Экологические основы рационального водопользования. К. : Генеза, 1997. 628 с. **17. Гребінь В. В., Мокін В. Б., Хільчевський В. К. та ін.** Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. К. : Інтерпрес, 2013. 55 с. **18. Гребінь В. В., Яцук М. В., Чунарьов О. В.** Водогосподарське районування території України: критерії та порядок виділення водогосподарських ділянок. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2013. Т. 3. С. 6-14. **19.** Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: моногр. / за ред. Ю.С.Тучковенко, Є.Д. Гопченко. Одеса : ТЭС, 2012. 224 с. **20.** Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману : монографія / За ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одеса : ТЕС, 2014. 276 с. **21. Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В.** Результати чисельного моделювання внутрішньорічної мінливості характеристик гідрологічного режиму Куяльницького лиману. Український гідрометеорологічний журнал, 2016. № 17. С. 137-149. **22.** Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23.10.2000 р. Люксембург: Бюро офіційних публікацій Європейських співтовариств. 2003, Р. 108. **23.** Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні, Organization for Security and Co-operation in Europe. OSCE, 2012, Р. 40. **24.** Якість води та управління водними ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації / Проект ЄС, ЕПТІСА. Київ, 2015. 15 с. **25.** Урядовий портал: єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=246396130&cat_id=223223535 (дата звернення 3.09.2017). **26. Гриб О.М., Лобода Н.С., Яров Я.С., Гриб К.О., Ренгач О.В., Марчук О.В.** Якість води малих річок на водозборах Хаджибейського та Куяльницького лиманів (Свинна, Малий та Великий Куяльник) в умовах водогосподарських перетворень в їх басейнах / Збірник статей науково-практичної конференції із міжнародною участю, м.Рівне, 5-8 липня, 2017 року. Житомир : Вид-во ЕП "Укрекобіокон". 2017. С.73-78. **27.** Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies / editor(s) Ana I. Lillebø, Per Stalnacke, Geoffrey D. Gooch. London: IWA Publishing, 2015. 256 р. **28.** Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова. СР D.01.05-2012. (Н.С. Лобода у ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. № 3 (46)**

співавторстві) / Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova. Chișinău, Молдова. 2012. 180 с. **29**. ДБН України. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. ДБН В.2.4 / Держ. наук.-дослід.ін-т будів. конструкцій» (НДІБК). Київ, 2014. 137 с.

**Антропогенне навантаження на стік річки Великий Куяльник в умовах кліматичних змін
Лобода Н.С., Куза А.М.**

На базі моделі «клімат-стік» оцінено вплив різних чинників водогосподарської діяльності на формування стоку річки Великий Куяльник. Установлено, що найбільшу дію чинять штучні водойми. Визначено коефіцієнти антропогенного впливу у кліматичних умовах ХХІ сторіччя за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5. Показано, що очікується безповоротне виснаження водних ресурсів водозбору Куяльницького лиману.

Ключові слова: модель «клімат-стік», кліматичний сценарій, коефіцієнти антропогенного впливу.

Антропогенная нагрузка на сток реки Большой Куяльник в условиях климатических изменений

Лобода Н.С., Куза А.М.

На базе модели «климат-сток» оценено влияние различных факторов водохозяйственной деятельности на формирование стока реки Большой Куяльник. Установлено, что наибольшее воздействие оказывают искусственные водоемы. Определены коэффициенты антропогенного воздействия в климатических условиях ХХІ века по сценариям RCP4.5 и RCP8.5. Показано, что ожидается необратимое истощение водных ресурсов водосбора Куяльницкого лимана.

Ключевые слова: модель «климат-сток», климатический сценарий, коэффициенты антропогенного воздействия.

Anthropogenic load on the flow of the Great Kuyalnik River in the context of climate change

Loboda N.S., Kuza A.M.

On the basis of the "climate-runoff" model, the influence of various factors of water use activities on the formation of the Great Kuyalnik River runoff was estimated. The relevance of the work relates to the need of foresight the effects of climate change in insufficient moistening zones of Ukraine, including Odessa region. The issues of careful relation to the natural resources, especially the rational use of water resources, which are limited, deserve a special attention. An important task for the start of the new century is the study of human impact on water resources, taking into account changes in the global and regional climate.

The Great Kuyalnik River is the water body of Northwest Black Sea region and the source of fresh river waters for the Kuyalnitskyi Liman. The river runoff is regulated. The main factors of human pressure are urbanization, plowing of lands and creation of artificial reservoirs (ponds, canals, etc.). It has been established that artificial ponds have the greatest impact. As a result of simulation stochastic modeling, the basic patterns of changes in statistical parameters of annual runoff and indicators of water use level in catchment areas are identified and summarized in the form of calculated dependences. Factors of water management influence the drainage of rivers in the complex, therefore a method of their joint accounting was proposed.

The coefficients of anthropogenic impact in the climatic conditions of the 21st century are determined according to the scenarios RCP4.5 and RCP8.5. It was found that the total coefficient of anthropogenic impact is 0.67. At the same time, artificial reservoirs and plowing of watersheds contribute to a decrease in river runoff, and the influence of urbanization and the dumping of water on growth. The results of calculations of domestic runoff according to the climate scenarios RCP4.5 and RCP8.5, obtained from the climate-drain model, allow to conclude that in the 21st century, the increase in the runoff of the Great Kuyalnik River due to climatic conditions will not occur, as the aridity of the climate will be growing.

It is shown that the irrevocable destruction of the water resources of the watershed of the Kuyalnitskyi Liman is expected. For preserving the water resources of the Great Kuyalnik River, it is necessary to limit the volumes of artificial reservoirs filling depending on the values of the natural (undisturbed by human activity) average annual river runoff.

Keywords: climate- runoff model, climate scenario, coefficients of anthropogenic impact.

Надійшла до редколегії 24.04.2017