

УДК 556.16

ОПИС ШТУЧНИХ ВОДОЙМ НА ВОДОЗБОРІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК ТА РЕГЛАМЕНТУВАННЯ ЇХ РОБОТИ У СУЧАСНОСТІ ТА МАЙБУТНЬОМУ

Н. С. Лобода, д-р геогр. наук
Н. Д. Отченаш, канд. геогр. наук
О. М. Гриб, канд. геогр. наук

*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, natasha30@ua.fm*

У роботі представлені результати обстежень штучних водойм, розташованих на водозборі річки Великий Куяльник, які через значні об'єми заповнення суттєво зменшують водність річки та сприяють, тим самим, обмілненню Куяльницького лиману й погіршенню його гідроекологічного стану. Складання переліку штучних водойм на водозборі р. Великий Куяльник виконано на базі даних Одеського обласного управління водних ресурсів та даних супутникових знімків, наведених в Google Earth та Google Maps. Розміри площ водної поверхні та об'ємів невивчених водойм визначені на основі узагальнення існуючих даних для інших водойм, спираючись на постулати інваріантності у морфології водойм посушливої зони. Внаслідок недостатності даних спостережень та значної їх трансформованості водогосподарською діяльністю характеристики річного стоку головної річки та її приток розраховувалися за метеорологічними даними минулих років (до 1989р.) та для сценарію А1В, чисельна модель REMO для періоду 2021-2050 рр. Показано, що коефіцієнт акумуляції води річки у штучних водоймах буде збільшуватися з 0,76 у минулому сторіччі до 1,23 в умовах кліматичного сценарію А1В. Це свідчить про формування тенденції відсутності вільного (нерегульованого) стоку річки. На базі оцінок природних водних ресурсів річки, виконаних за моделлю «клімат-стік» для різних кліматичних умов та за результатами математичного моделювання гідрологічного стану лиману, розраховані допустимі (лімітуючі) об'єми заповнення штучних водойм на водозборі р. Великий Куяльник, які визначалися як 10% та 25% від природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку річки.

Ключові слова: штучні водойми, природний стік, зміни клімату, коефіцієнт акумуляції, допустимі (лімітуючі) об'єми зарегулювання стоку

1. ВСТУП

Річка Великий Куяльник відноситься до річок Північно-Західного Причорномор'я і займає ключове місце в поповненні Куяльницького лиману прісною водою [1]. На сьогодні можна констатувати той факт, що головна «водна артерія» Куяльницького лиману - річка Великий Куяльник, не здатна поповнити його необхідним об'ємом прісної води для забезпечення задовільного існування водойми. Куяльницький лиман є унікальним бальнеологічним об'єктом, відомим навіть за межами України своїми лікувальними властивостями. Однак зниження рівня води в лимані і, як наслідок, зростання його мінералізації до критичного рівня, негативно впливає на процес подальшого формування лікувальної грязі, ропи. Так, при мінералізації рівній 200 г/дм³ припиняється розвиток бальнеологічної біоти лиману, насамперед, рачка «артемії саліни». Цьому явищу є пояснення.

По-перше, обміління лиману відбувається через дію численних ставків, які затримують по-

верхневий стік і відіграють роль штучних випаровувачів. Сезонного регулювання стоку практично немає: шлюзи у останні роки не працюють, а побудовані несанкціонованим шляхом глухі дамби передбачають скидання стоку через отвори у вигляді бетонних труб, розташованих так високо, щоб скид води до нижнього б'єфу відбувався лише при водопіллях та паводках рідкої повторюваності. У роки середньої та низької водності накопичений об'єм води залишається в ставках і витрачається на випаровування.

По-друге, негативний вплив чинять зміни регіонального клімату [2], які посилюють наслідки дії водогосподарської діяльності.

Метою роботи є складання переліку штучних водойм в басейні р. Великий Куяльник та регламентування режиму їх експлуатації для збільшення об'ємів надходження прісних річкових вод до Куяльницького лиману.

Для виконання поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання: зробити повний опис штучних водойм на досліджуваній терито-

рії; розрахувати оптимальне наповнення штучних водойм у сучасних кліматичних умовах та майбутньому в результаті змін клімату на базі даних сценаріїв.

Робота виконувалась в рамках НДР за темою «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» на замовлення Департаменту екології та природних ресурсів Одеської облдержадміністрації № 28/10-16 від 18.10.2016 р.

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Повне обстеження ставків та водосховищ у басейні річки було виконано в 1961–1962 рр. експедицією Одеського гідрометеорологічного інституту під керівництвом О. І. Молдованова. Кількість штучних водойм на той час складала 145 шт., з яких близько 40 % було із зруйнованими дамбами або знаходилося у пересохлому стані. Практично для всіх ставків та водосховищ були визначені основні морфологічні характеристики та розміри замулення. За результатами досліджень 1961–1962 рр., сумарний об'єм ставків і водосховищ складав 13,9 млн. м³. Детальні дослідження штучних водойм в басейні р. В. Куяльник тривалий час не виконувалися, а ті, що здійснювалися, мали або рекогносцирувальний характер, або охоплювали лише окремі частини басейну, як, наприклад, дослідження проведені Одеським державним університетом ім. І.І. Мечнікова у 1977–1980 рр. (на р. Кошкова/Кошківка) та Українським науководослідним гідрометеорологічним інститутом – в 1982–1987 рр. І лише в 2010-2011 роках науковцями Одеського державного екологічного університету було обстежено стан гідрографічної мережі річки В. Куяльник. Під час цих робіт проведено аналіз картографічних матеріалів, складено перші схеми розташування штучних водойм. Експедиційні дослідження встановили існування близько 135 штучних водойм, їх загальний об'єм сягав 15,6 млн. м³, а площа водної поверхні – 6,26 км² (у випадках максимального наповнення цих водойм) [3].

За офіційними даними Інституту «УкрПівденДІПроводГосп», станом на 1992 р. [4], кількість діючих ставків та водосховищ складала 36 шт., з сумарним об'ємом – 6,42 млн. м³.

3. ОПИС ОБ'ЄКТА І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Річка Великий Куяльник бере початок на пів-

денно-східних схилах Подільської височини, в південно-східній частині міста Подільська, тече переважно на південний схід, у пониззі – на південь, впадає в Куяльницький лиман нижче села Северинівка [4].

Довжина річки становить 150 км, площа басейну 1860 км². Долина завширшки 3,5 км, у середній та нижній течії глибока, з крутими схилами, порізаними ярами та балками. Заплава завширшки до 1 км. Річище звивисте, завширшки до 5 м, іноді пересихає, в холодні зими перемерзає. Ухил річки становить 0,69 м/км. Живлення річки є переважно сніговим. Відомі джерела виходу підземних вод, нажаль, замулені. У р. Великий Куяльник впадають річки Суха Журівка, Силівка, Кошківка (Кошкова), а також близько 40 менших річок сумарною протяжністю 280 км [5].

Досліджувана річка характеризується невідповідно високими характеристиками об'ємів заповнення ставків. Більшість із них залишається пересохлими протягом декількох сезонів та навіть років. У роки із сніжними зимами, наявності промерзання ґрунту та опадами навесні, як правило, формується добре виражене весняне водопілля. У верхів'ях річки та приток ставки наповнюються водою, але через відсутність діючих затворів у дамбах поверхневий стік затримується у водоймах, вода витрачається на інфільтрацію у ґрунти та на випаровування з водної поверхні і поверхні суші.

Для оцінки ролі штучних водойм у формуванні припливу прісних вод до лиману були використані матеріали Одеського обласного управління водних ресурсів до 2012 року включно та дані супутникових знімків, наведені в GoogleMaps (<https://www.google.com.ua/maps/>) і GoogleEarth. Для наочності всі штучні водойми були нанесені на карту басейну, для побудови якої використаний ресурс SRTM Data Selection Options та програма Surfer.

4. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Відправною точкою для створення переліку штучних водойм стали дані Одеського обласного управління водних ресурсів (Облводресурси) станом на 2012 рік. Згідно з ними, в басейні річки Великий Куяльник знаходилися 59 штучних водойм.

За розподілом по гідрографічній мережі (рис. 1) встановлено, що на головній річці (Великий Куяльник) розміщено 7 ставків, на р. Кошківка (Кошкова) – 20 (з них 19 – на р. Кошківка, 1 – в балці Райкова), в балці Силівка

(Яр Дубовий) – 3 штучних об’єкти (права притока б. Таргар – 2 ставки), на р. Суха Журівка – 5 ставків, один з яких розташований на її лівій притоці; в балках Плоска та Розалівська – 7 та 4 ставків відповідно. Ще 13 ставків знаходяться на балках без назв.

Найбільша щільність штучних водойм виявлена у верхів’ї водозбору р. Великий Куяльник, на ділянці головної річки між впадінням водотоків б. Силівка та р. Суха Журівка. Значне навантаження на стік річки у виді ставків спостерігається і на водозборі р. Кошківка (Кошкова).

Лише для шести штучних водойм із загальною площею 167,36 га та об’ємом 5,29 млн. м³ були складені паспорти: Новоолександрівський ставок, Северинівське водосховище, Силівське водосховище, Григорівські ставки №1 та №2, Ширяївський ставок №1.

Для уточнення інформації про штучні водойми, яка була надана Одеським обласним управлінням водних ресурсів станом на 2012 рік, виконано аналіз векторних карт місцевості та рельєфу поверхні з масштабом 1:20000 і горизонталями через 20 м, а також сучасних супутникових знімків досліджуваної території [6] (рис. 2).

Результатом проведеної роботи стало виявлення додаткових 62 штучних водних об’єктів.

Так, на головній річці (Великий Куяльник) розміщено 13 ставків, на р. Кошківка (Кошкова) з притоками – 6, в б. Силівка (Яр Дубовий) – 9, на р. Суха Журівка – 9 ставків; в балці Розалівська – 4 ставки. На балках без назв розташовано ще 21 (рис. 3)

Водойми, які виявлені за супутниковими знімками, розміщуються переважно у верхній частині басейну річки Великий Куяльник та на ділянці між впадінням у річку б. Силівка (Яр Дубовий) та р. Суха Журівка.

Для встановлення площ водної поверхні та об’ємів тих водойм, які були виявлені за супутниковими знімками, використовувались дані Облводресурсів. Розміри площ водної поверхні та об’ємів таких додатково виявлених водойм визначалися на основі узагальнення даних по вже дослідженим водоймам, спираючись на постулати інваріантності у морфології водойм посушливої зони [7]. Розглядаючи ставки та водосховища Причорноморської низовини як генетично однорідну групу водойм, А. І. Молдованов довів можливість визначення морфометричних характеристик не для однієї, а для групи водойм, розташованих у межах водозбору. Пізніше постулати інваріантності були використані

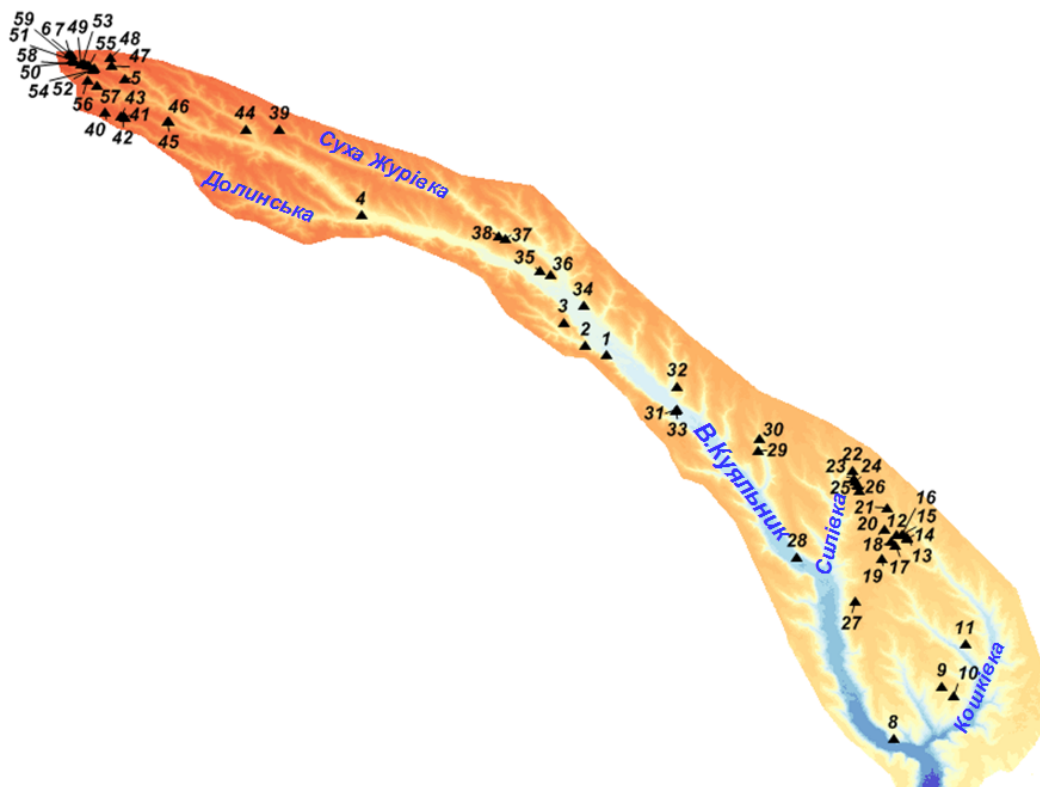


Рис. 1 – Карта розташування штучних водних об’єктів в басейні р. Великий Куяльник за даними Одеського обласного управління водних ресурсів (станом на 2012 рік) [1]

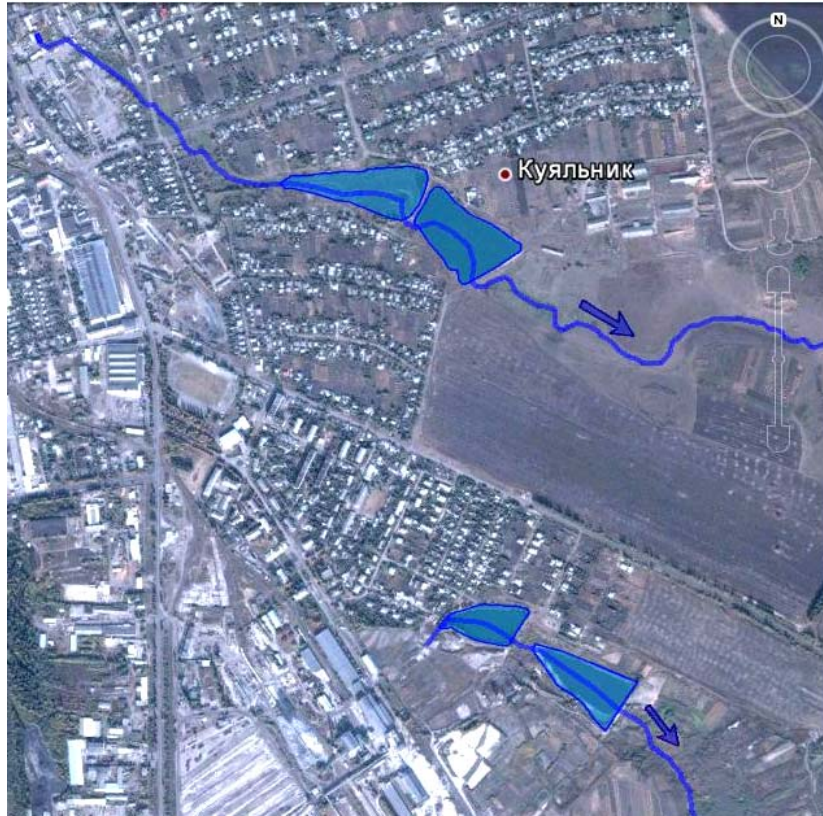


Рис. 2 – Фрагмент супутникового знімку р. Великий Куяльник (показані штучні водойми у руслі водотоків)

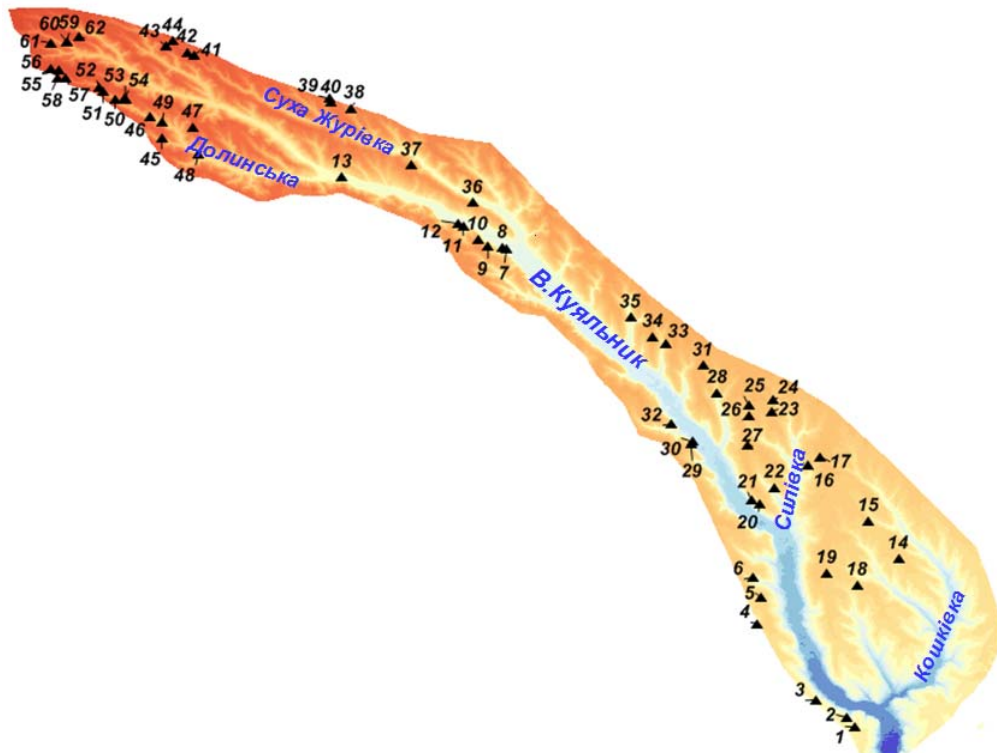


Рис. 3 – Карта розташування штучних водних об'єктів в басейні р. Великий Куяльник, які не увійшли до списку Одеського обласного управління водних ресурсів (станом на 2016 рік)

Н. С. Лободою та Є. Д. Гопченком для визначення характеристик штучних водойм півдня України та Молдови [8].

З метою установлення розмірів додатково виявлених штучних водних об'єктів на водозборі р. Великий Куяльник було виділено чотири зони: р. Кошківка, б. Силівка, верхня частина басейну р. Великий Куяльник та р. В. Куяльник (на ділянці між впадінням б. Силівка та р. Суха Журівка) (рис. 4). Для кожної зони за даними Облводресурсів визначалися осереднені значення об'ємів та площ водної поверхні :

$$W_{сер i} = W_{сум} / k, \quad (1)$$

$$F_{сер i} = F_{сум} / k, \quad (2)$$

де $W_{сум}, F_{сум}$ – суми об'ємів та площ на окремих ділянках за даними Облводресурсів (станом на 2012 р);

k – кількість штучних водойм на досліджуваній ділянці.

Установлені осереднені значення використані для розрахунків сумарних об'ємів та площ водного дзеркала додатково виявлених водойм за супутниковими знімками. Якщо відомі $W_{сер, i}, F_{сер i}$, а також кількість додатково виявлених штучних водних об'єктів, то для кожної виділеної зони можна встановити сумарні площі їх водного дзеркала $F_{неврахов}$ та об'єми $W_{неврахов}$ (табл. 1, 2).

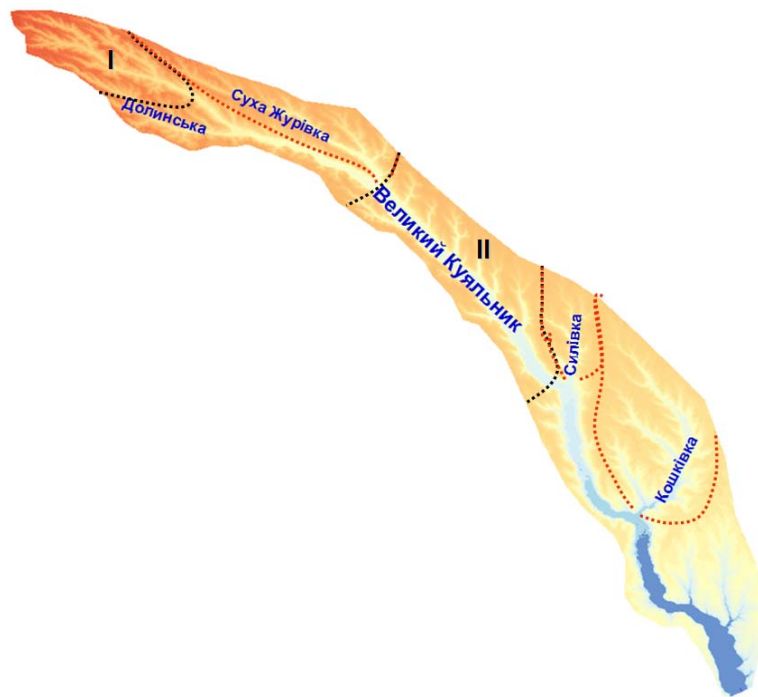


Рис. 4 – Виділені зони із різною щільністю штучних водних об'єктів на водозборі Куяльницького лиману. **I** – верхня частина басейну Куяльницького лиману; **II** – р. Великий Куяльник (р. Силівка – р. Суха Журівка) - - - - - водозбори річок Суха Журівка, Кошківка, балки Силівка.

Таблиця 1 - Встановлення об'ємів додатково виявлених штучних водойм за супутниковими знімками

Зони з різною щільністю штучних водних об'єктів	Суми об'ємів штучних водних об'єктів за даними Облводресурсів, $W_{сум}$, млн. м ³	Осереднені значення об'ємів (за даними Облводресурсів) $W_{сер i}$, млн. м ³	Суми об'ємів неврахованих штучних водних об'єктів $W_{неврахов.}$, млн. м ³	Загальний об'єм штучних водних об'єктів $W_{сум} + W_{неврахов.}$, млн. м ³
верхів'я р. Великий Куяльник	0,615	0,036	0,651	1,266
р. Кошківка	3,704	0,337	1,350	5,054
р. Суха Журівка	0,697	0,174	1,568	2,265
р. В. Куяльник (ділянка б. Силівка – р. Суха Журівка)	1,015	0,254	3,302	4,317

Таблиця 2 – Встановлення площ додатково виявлених штучних водойм за супутниковими знімками

Зони з різною щільністю штучних водних об'єктів	Суми площ штучних водних об'єктів за даними Облводресурсів, $F_{сум}$, км ²	Осереднені значення площ (за даними Облводресурсів) $F_{сер}$, км ²	Суми площ неврахованих штучних водних об'єктів $F_{неврахов.}$, км ²	Загальна площа штучних водних об'єктів $F_{сум} + F_{неврахов.}$, км ²
верхів'я р. Великий Куяльник	0,588	0,026	0,460	1,048
р. Кошківка	0,816	0,043	0,172	0,988
р. Суха Журівка	0,770	0,154	1,386	2,156
р. В.Куяльник (ділянка б.Силівка–р.Суха Журівка)	0,270	0,045	0,585	0,855

Таблиця 3 – Рекомендований об'єм наповнення штучних водойм у кліматичних умовах минулого сторіччя (до початку впливу змін клімату) [1]

Річка	$\bar{W}_{пр}$, млн.м ³	Повний об'єм штучних водойм за даними спостережень, млн. м ³	Коефіцієнт акумуляції	Об'єм штучних водойм при їх 40%-му заповненні, млн. м ³	Рекомендований об'єм штучних водойм, млн. м ³	
					при 90 % відновленні стоку	при 75 % відновленні стоку
р.В.Куяльник	20,4	15,6	0.76	6,24	2,04	5,1
р. Кошківка	3,50	5,05*	1.44	2,022	0,35	0,875
б. Силівка	1,53	3,07*	2.00	1,226	0,153	0,383
р.Суха Журівка	3,29	2,27	0.69	0,906	0,329	0,823
Верхів'я р. В.Куяльник	7,85	1,27	0.16	0,506	0,785	1,963
р. В.Куяльник (Силівка–Суха Журівка)	3,41	4,32*	1.27	1,727	0,341	0,853
*Виділені об'єми заповнення штучних водойм, які перевищують середній багаторічний стік річки						

Для поліпшення гідрологічного та гідроекологічного стану Куяльницького лиману було розглянуте питання оптимізації водогосподарської діяльності на водозборі р. Великий Куяльник шляхом установаження допустимих об'ємів заповнення штучних водойм і проведення заходів щодо розчистки русла від них. Відомо, що статистично значущі зміни водних ресурсів відбуваються, коли їх зміни перевищують 10 %.

Таким чином можна прийняти, що допустимий (лімітуючий) об'єм штучних водойм має становити 10 % від об'ємів природного стоку річки у заданих кліматичних умовах. Для цього необхідно провести заходи по 90% відновленню стоку води у руслі. Результати імітаційного чисельного моделювання внутрішньорічної мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману, виконані Ю. С. Тучковенком та Д. В. Кушніром з використанням даних про природний та побутовий стік р. Великий Куяльник, визначений за моделлю «клімат-стік» [5, 9], показали, що для отримання ефекту від оптимізації регулювання стоку водоймами достатньо відновити лише 75% річного стоку, тобто допус-

тимий об'єм штучних водойм можна прийняти рівним 25 % від об'єму природного стоку [10, 11]. Окрім повного об'єму штучних водойм додатково розглядався варіант 40% заповнення штучних водойм. Такий об'єм відповідає середньому багаторічному значенню наповнення [1]. При 90% відновленні стоку існуючі повні об'єми штучних водойм значно перевищують рекомендовані: для р. Кошківка – в 14 разів; для б. Силівка – в 20 разів; для р. Суха Журівка – в 6,7 разів; для р. В.Куяльник (на ділянці між впадінням б. Силівка – р. Суха Журівка) – в 12 разів (табл.3). При 75% відновленні природного стоку достатній об'єм води для заповнення існуючих штучних водойм буде спостерігатися лише у верхів'ї річки із природним стоком рівним 7,85 млн.м³, де рекомендований об'єм водосховищ становитиме 1,963 млн.м³, а фактичні повний і середньобагаторічний об'єми заповнення дорівнюють 1,27 та 0,506 млн.м³, відповідно.

Дослідження впливу змін клімату на стік річки Великий Куяльник у ХХІ сторіччі показали, що за всіма сценаріями прослідковується чітка тенденція до зменшення припливу прісних вод,

що буде посилювати негативний вплив штучних водойм на водний режим р. Великий Куяльник [12].

Згідно із даними сценарію А1В (чисельна модель REMO для періоду 2021-2050 рр.) як такого, що найбільш точно описує зміну метеорологічних характеристик у майбутньому [13, 14], за моделлю “клімат-стік” були визначені можливі об’єми припливу прісних вод від р. В.Куяльник до лиману. Установлено, що на 2021-2050 рр. стік річки та її приток суттєво зменшаться, отже стануть меншими і допустимі (лімітуючі) об’єми їх заповнення. Ця обставина буде потребувати ще більшого скорочення числа існуючих водойм (табл.4).

Одним з параметрів ефективності техноекосистем є коефіцієнт акумуляції [7], який відображає ступінь впливу штучних водойм на стан екосистеми річки. Він розраховується як відношення об’єму штучних водойм до об’єму води, який протікає через створ річки. До 1989р., коли вплив змін клімату не був суттєвим, коефіцієнт акумуляції змінювався від 0,16 (для верхів’їв річки Великий Куяльник) до 2,00 на балці Силівка. Згідно із прогнозом на 2021-2050 рр. коефіцієнт акумуляції буде варіювати від 0,26 до 5,52. Якщо у минулому після зарегулювання залишався “вільний” стік (коефіцієнт акумуляції для усієї річки дорівнював 0,76), то до 2050 року його вже не буде, при цьому коефіцієнт акумуляції становитиме 1,23.

У водному кодексі України з метою збереження гідрологічного, гідробіологічного і санітарного стану річок заборонено будівництво у їхніх басейнах водосховищ і ставків із повним об’ємом, який перевищує об’єм стоку річки у

розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років, що відповідає забезпеченості 95%. Для річки Великий Куяльник такий стік дорівнює нулю. Отже, будівництво ставків на річці Великий Куяльник не повинно було відбуватись.

5. ВИСНОВКИ

В результаті складання переліку штучних водойм на водозборі р. Великий Куяльник виконано на базі даних Одеського обласного управління водних ресурсів та даних супутникових знімків, наведених в Google Earth та Google Maps установлено, що загальна кількість штучних водойм станом на 2016 р. становить 121 із повним об’ємом наповнення 15,98 млн. м³. Дослідження об’ємів природного стоку по притоках та різних ділянках річки Великий Куяльник показали, що у минулому сторіччі на притоках Кошкова та Силівка середній багаторічний річний стік був менший за об’єми заповнення штучних водойм. За прогнозами на 2021-2050 рр., згідно із кліматичним сценарієм А1В чисельної моделі REMO, виявлено, що внаслідок потепління клімату стоку річки Великий Куяльник та її приток не буде вистачати для заповнення побудованих штучних водойм. Виключення становить лише верхня течія р.Великий Куяльник. Для оптимізації роботи штучних водойм у рамках пропозицій до шляхів відновлення стоку річки Великий Куяльник запропоновано провести “розчистку” русла головної річки та її приток.

Таблиця 4 – Рекомендовані об’єми штучних водойм в кліматичних умовах XXI сторіччя за сценарієм А1В для періоду 2021-2050 рр.

Річка	$\bar{W}_{пр}$ (2021-2050 рр.), млн.м ³	Повний об’єм штучних водойм, млн.м ³	Коефіцієнт акумуляції	Рекомендований об’єм штучних водойм на 2021-2050 рр., млн. м ³	
				при 90 % відновленні стоку	при 75 % відновленні стоку
р.В.Куяльник	12,7	15,6*	1.23	1,270	3,175
р. Кошкова	1,82	5,05*	2.77	0,182	0,455
р. Силівка	0,87	3,07*	5.52	0,087	0,218
р.Суха Журівка	2,13	2,27*	1.06	0,213	0,533
Верхів'я р. В.Куяльник	4,90	1,27	0.26	0,490	1,225
р. В.Куяльник (Силівка–Суха Журівка)	2,13	4,32*	2.03	0,213	

**Виділені об’єми заповнення штучних водойм, які перевищують середній багаторічний стік річки*

Рекомендовані допустимі (лімітуючі) об'єми, які можуть виділятися на заповнення штучних водойм в залежності від середньої водності річки, щоб залишався вільний стік. Вони призначалися як 10% та 25% від природного стоку річки, визначеного за моделлю “клімат-стік”.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Водний режим та гідроекологічні характеристики басейну Куяльницького лиману: монографія / за ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с.
2. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: Вид. “ТЕС”, 2015. 520 с.
3. Стан гідрографічної мережі річки Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень на її водозбірному басейні: звіт про НДР. ДР 0110U008222 / наук. керів. Є. Д. Гопченко; Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2011. 165 с.
4. Паспорт реки Большой Куяльник / Гос. комит. водн. хоз. Украины. Одесса, 1992. 130 с.
5. Науково-дослідні роботи з обстеження русла річки Великий Куяльник. Звіт про НДР (заключний). ДР 0116U007904 / наук. керів. Н. С. Лобода; Од. держ. екол. ун-т. Одеса, 2016. 307 с.
6. Супутникові знімки та карти поверхні Землі. URL: <https://www.google.com.ua/maps> (дата звернення 10.04.2018).
7. Молдованов А. И. Постулаты инвариантности в морфологии водоемов и их практическое применение. *Метеорология, климатология и гидрология*. 1965. Вып. I. С. 164-190.
8. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Влияние прудов и водохранилищ на характеристики годового стока рек зоны недостаточного увлажнения. *Метеорология климатология и гидрология*. 1984. Вып. 4. С. 83-88.
9. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін. Звіт про НДР (заключний). ДР 0115U000631 / наук. керів. Н. С. Лобода; Од. держ. екол. ун-т. Одеса, 2016. 352 с.
10. Тучковенко Ю. С., Лобода Н. С., Кушнір Д. В. Результати чисельного моделювання внутрішньорічної мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману за різних обсягів стоку річки Великий Куяльник. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. №20. С. 105-119.
11. Тучковенко Ю. С., Лобода Н. С., Гриб О. М. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін. *Соціум і науки про Землю: тези доповідей Міжнародної наук.-практ. конф.*, 21-23 вересня. Запоріжжя, 2017. С. 124-125.
12. Лобода Н. С., Божок Ю. В. Вплив змін клімату на водні ресурси водозбору Куяльницького лиману у сценарних кліматичних умовах. *Український гідрометеорологічний*

журнал. 2015. №16. С. 189-195.

13. Отченаш Н. Д. Обґрунтування вибору регіональної кліматичної моделі для аналізу кліматичних змін та водних ресурсів в межах водозбору Куяльницького лиману. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2015. Вип. 19. С. 120-125.
14. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: монографія / за ред. Ю. С. Тучковенка, Н. С. Лободи. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с.

REFERENCES

1. Loboda, N.S., Gopchenko, E.D. (Eds). (2016). *Vodnyy rezhym ta hidroekolohichni kharakterystyky Kuyal'nyts'koho lymanu* [Water regime and hydroecological characteristics of Kuyalnitskyi Liman]. OSENU. Odessa: TES. (in Ukr.)
2. Stepanenko, S.M., Pol'ovyy, A.M. (Eds). (2015). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate changes and its impact on sectors of the economy of Ukraine]. Odessa. (in Ukr.)
3. Gopchenko, E.D. (Scient. chief). (2011). *Stan hidrohrafichnoi merezhi richky Velykyi Kuialnyk v umovakh vodohospodarskykh peretvoren na ii vodozbornomu baseini: Zvit pro NDR (zakliuchnyi)*. DR 0110U008222 [State of the hydrographic network of the Great Kuyalnik River in the conditions of water management changes on its catchment basin: Research report (final). SR 00110U008222]. Odessa State Environmental University. Odessa. (in Ukr.)
4. State Committee for Water Management of Ukraine. (1992). *Pasport reki Bolshoy Kuyalnik* [Passport of the Great Kuyalnik River]. Odessa. (in Russ.)
5. Loboda, N.S. (Scient. chief). (2016). *Naukovo-doslidni roboty z obstezhennia rusla richky Velykyi Kuialnyk: Zvit pro NDR (zakliuchnyi)*. DR 0115U000631 [Scientific works on the survey of the Big Kuyalnik waterbed: Research report (final). SR 0115U000631]. Odessa State Environmental University. Odessa. (in Ukr.)
6. *Sputnykovyi znimky ta karty poverkhni vody* [Satellite images and maps of the Earth's surface]. Available at: <https://www.google.com.ua/maps> (accessed: 10.04.2018). (in Ukr.)
7. Moldovanov, A.I. (1965). [The postulates of invariance in the morphology of reservoirs and their practical application]. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya* [Meteorology, climatology and hydrology], I, 164-190. (in Russ.)
8. Gopchenko, E.D., Loboda, N.S. (1965). [Influence of ponds and reservoirs on characteristics of annual flow of rivers in the zone of insufficient humidification]. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya* [Meteorology, climatology and hydrology], 4, 83-88. (in Russ.)
9. Loboda, N.S. (Scient. chief). (2016). *Kompleksne upravlinnia vodnyimi resursamy baseinu Kuialnytskoho lymanu ta yoho hidroekolohichnym stanom v umovakh hospodarskoi diialnosti i klimatychnykh zmin: Zvit pro NDR (zakliuchnyi)*. DR 0115U000631 [Integrated management of water resources and hydroecological state of Kuyalnitsky liman under water economic activity and climate change: Research report (final). SR 0115U000631]. Odessa State Environmental University. Odessa. (in Ukr.)

10. Tuchkovenko, Yu.S., Loboda, N.S., Kushnir, D.V. (2017). [Results of numerical modeling of intra-year variability of the hydrological characteristics of the Kuyalnitsky liman for different volumes of the river flow of the Big Kuyalnik]. *Ukrains'kij gidrometeorologičnij žurnal* [Ukrainian hydrometeorological journal], 20, 105-119. (in Ukr.)
11. Tuchkovenko, Yu.S., Loboda, N.S., Hryb, O.M. (2017). [Integrated water resources management of the Kuyalnitsky Liman basin and its hydroecological state in terms of economic activity and climate change]. *Abstracts of the International Scientific and Practical Conference*, 21-23 september. Zaporizhzhia, pp. 124-125. (in Ukr.)
12. Loboda, N.S., Bozhok, Yu.V. (2015). [Impact of climate change on water resources of the catchment of the Kuyalnitsky Liman in scenic climatic conditions]. *Ukrains'kij gidrometeorologičnij žurnal* [Ukrainian hydrometeorological journal], 16, 189-195. (in Ukr.)
13. Otchenash, N.D. (2015). [Justification of the choice of a regional climatic model for analyzing climate change and water resources within the catchment area of the Kuyalnitsky Liman]. *Visnik Odes'kogo deržavnogo ekologičnogo universitetu* [Bulletin of Odessa state environmental university], 19, 120-125. (in Ukr.)
14. Tuchkovenko, Yu. S., Loboda, N. S. (Eds). (2014). *Vodni resursy ta hidroekologičnyi stan Tylighul'skoho lymanu* [Water resources and hydroecological condition of Tylighul'sky Liman]. Odessa. (in Ukr.)

DESCRIPTION OF ARTIFICIAL RESERVOIRS WITHIN THE CATCHMENT AREA OF THE GREAT KUYALNIK RIVER AND REGULATION OF THEIR OPERATION AT THE PRESENT TIME AND IN FUTURE

N. S. Loboda, Doctor of Geographical Sciences

N. D. Otchenash, PhD in Geography

O. M. Hryb, PhD in Geography

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, natasha30@ua.fm*

The paper presents the results of surveys of artificial reservoirs of the Great Kuyalnik River and its tributaries which, due to their considerable number and filling volumes, significantly reduce the runoff of the river and thus cause shallowing of the Kuyalnik Liman and deterioration of its hydroecological state. Preparation of a list of artificial reservoirs within the catchment area of the Great Kuyalnik River took place using the data of the Odessa Regional Water Resources Administration and satellite images taken from Google Earth and Google Maps applications. Water surface areas and volume of unexplored water bodies were determined via generalization of existing data for other reservoirs using the invariance postulates considering the morphology of the arid zone. It was established that, as of 2016, the total number of artificial reservoirs is 121 with a total filling volume constituting 15.98 million m³. Using the climate-runoff model the characteristics of the natural runoff (not disturbed by economic activity) were estimated for periods before warming and for 2021-2050 (scenario A1B). To assess a degree of influence of artificial reservoirs on the state of the ecosystem the accumulation coefficient is calculated. It is shown that the coefficient of water accumulation in artificial reservoirs increased from 0.76 in past century to 1.23 after warming (scenario A1B). This circumstance indicates a tendency towards lack of free (unregulated) runoff in the river and formation of its deficit. The loss of runoff because of filling of artificial reservoirs exceeds the runoff of certain tributaries and ultimately the river's runoff itself. This leads to reduction and complete cessation of fresh water entering into the Kuyalnik Liman which gradually dries up. In order to regulate the impact of artificial reservoirs on the river's runoff it is necessary to determine permissible (limiting) volumes of their filling. These volumes were defined as 10 and 25 percent of the natural annual runoff. The natural (not disturbed by economic activity) annual runoff of the river was calculated on the basis of the climate-runoff model using meteorological data. Under conditions of warming the natural runoff of the river and the associated permissible (limiting) volumes would decrease which would require reduction of an even greater number of ponds.

Keywords: artificial reservoirs, natural runoff, climate change, accumulation coefficient, permissible (limiting) volumes of runoff regulation.

ОПИСАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ НА ВОДОЗБОРЕ РЕКИ БОЛЬШОЙ КУЯЛЬНИК И РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ ИХ РАБОТЫ В СОВРЕМЕННОСТИ И БУДУЩЕМ

Н. С. Лобода, проф., д-р геогр. наук

Н. Д. Отченаш, канд. геогр. наук

О. М. Гриб, канд. геогр. наук

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, natasha30@ua.fm*

В работе представлены результаты обследований искусственных водоемов, расположенных в бассейне реки Большой Куяльник, которые из-за значительного их количества и объемов заполнения существенно уменьшают сток реки и способствуют, таким образом, обмелению Куяльнического лимана и ухудшению его гидроэкологического состояния. Создание перечня искусственных водоемов на водосборе р. Великий Куяльник выполнено на базе данных Одесского областного управления водными ресурсами и данными спутниковых схемок, приведенных в Google Earth и Google Maps. Размеры площадей водной поверхности и объемов неизученных водоемов определены на основе обобщения существующих данных по другим водоемам с использованием постулатов инвариантности в морфологии водоемов засушливой зоны. Вследствие недостаточности данных наблюдений и значительной их трансформации водохозяйственной деятельностью характеристики стока главной реки и ее притоков определялись по метеорологическим данным прошедших лет (до 1989г.) и для климатического сценария А1В, численная модель REMO для периода 2021-2050 гг. Показано, что коэффициент аккумуляции воды в искусственных водоемах будет увеличиваться от 0,76 в прошедшем столетии до 1,23 в условиях климатического сценария А1В. Это свидетельствует о формировании тенденции отсутствия свободного (незарегулированного) стока в реке. На базе оценок естественных водных ресурсов реки, выполненных с помощью модели "климат-сток" для разных климатических условий и по результатам математического моделирования гидрологического состояния лимана, рассчитаны допустимые (лимитирующие) объемы заполнения искусственных водоемов на водосборе р. Большой Куяльник, которые определялись как 10% и 25% от естественного (ненарушенного хозяйственной деятельностью) стока реки.

Ключевые слова: искусственные водоемы, естественный сток, изменения климата, коэффициент аккумуляции, допустимые (лимитирующие) объемы зарегулирования стока.

*Подання до редакції : 26. 02. 2018
Надходження остаточної версії : 07. 06. 2018
Публікація статті : 29. 06. 2018*