

## ОЦІНКА ПРИРОДНИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК БАСЕЙНУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ ЗА МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ДАНИМИ

На більшості річок басейну Тилігульського лиману гідрометеорологічні спостереження не організовані. Існуючі ряди даних на річці Тилігул трансформовані водогосподарською діяльністю, що не дозволяє оцінити характеристики стоку з достатньою точністю. У роботі наведені характеристики річного стоку та мінімального стоку, а також внутрішньорічного розподілу, визначені за моделлю "клімат-стік" з використанням метеорологічної інформації.

**Ключові слова:** природні водні ресурси, метеорологічні дані, метод водно-теплового балансу, кліматичний стік.

**Вступ.** Тилігульський лиман є унікальною природною системою, яка має велике значення для рекреації, екологічного туризму, охорони здоров'я, аквакультури і рибальства в Одеській та Миколаївській областях. Стан цього лиману значною мірою залежить від кількості та якості вод, які надходять до цієї водойми з річками. Проте, водозбори басейну Тилігульського лиману недостатньо вивчені у гідрологічному відношенні через відсутність (рр. Балай, Царега, балка Хуторська) або нестачу (р.Тилігул) даних спостережень. Визначення характеристик стоку цих річок можливе лише на основі вже створених просторових узагальнень [8,10] або за умови організації спеціальних експедиційних досліджень. Оцінка точності розрахунків характеристик стоку, виконаних за даними спостережень у створі р. Тилігул - смт Березівка, показала, що при тривалості спостережень більше 50 років відносна середня квадратична похибка визначення середньої багаторічної величини річного стоку  $\bar{Y}$  становить 16,2%, у той час як допустима похибка визначення середньої величини складає 10% для гідрологічної зони недостатнього зволоження [11]. Значні похибки розрахунків статистичних параметрів річного стоку обумовлені великою його мінливістю: коефіцієнт варіації  $C_V$  дорівнює 1.18, коефіцієнт асиметрії  $C_S$  – 2.09. Гідрологічний пост р. Тилігул – с. Новоукраїнка, розташований у верхній течії річки Тилігул, був закритий у 1987 році. Через недостатність даних відносна середня квадратична похибка визначення  $\bar{Y}$  у цьому створі становить 26.0%, коефіцієнта варіації  $C_V$  – 17.8% (табл.1).

Таблиця 1 – Оцінки статистичних параметрів річного стоку, визначених за даними рядів спостережень на річці Тилігул

Річка-створ	Період спостережень, роки	$\bar{Y}$ , мм	$\varepsilon_{\bar{Y}}$ , %	$C_V$	$\varepsilon_{C_V}$ , %	$C_S$	$\sigma_{C_S}$	$C_S / C_V$
р.Тилігул-с.Новоукраїнка	1955-1987	27	26.0	0.52	17.8	1.10	2.58	2.10
р.Тилігул-с.мт Березівка	1953-2011	8.4	16.2	1.18	13.6	2.09	1.47	1.77

Згідно із даними, наведеними у «Ресурсах поверхневих вод України» (1966 р.) [9] та у довіднику [10] характер внутрішньорічного розподілу стоку р.Тилігул

розрізняється за напрямком її течії: водозбір р. Тилігул - с. Новоукраїнка віднесено до Середньобузького гідрологічного району, водозбір р. Тилігул – смт Березівка розглядається як такий, що розташований у двох районах: Середньобузькому та Причорноморському. У верхньому створі річка Тилігул не пересихає зовсім, у нижньому створі пересихання стоку можливе у роки різної водності, навіть багатоводні. При переході від багатоводних років до маловодних початок періоду пересихання настає все раніше: дати настання зсуваються з вересня на червень. У створі р. Тилігул - с. Новоукраїнка найбільша водність річки спостерігається у березні, а найменша – у серпні-вересні. Для створу р. Тилігул - смт Березівка найбільша водність спостерігається у лютому та березні, найменша (для багатоводних років) – у вересні. У маловодні роки стік відсутній протягом всього періоду межені, а у дуже маловодні - впродовж року. Пересихання річки зумовлене як кліматичними умовами, так і водогосподарською діяльністю. Головним чинником трансформації стоку річок басейну Тилігульського лиману є створення ставків та водосховищ, які у зоні недостатнього зволоження виступають як штучні випарники води. Загальна кількість штучних водойм за уточненими даними Одеського управління водного господарству (нині – Одеське обласне управління водних ресурсів) та Миколаївського обласного виробничого управління меліорації і водного господарства на 2012 р. становить 140 [1]. З них на території водозбору річки Тилігул знаходиться 105 водойм, річки Царега – 12, річки Балайчук – 13, балки Хуторська – 4, інших балках – 6. За даними Одеського обласного управління водного господарства близько 80% штучних водойм річок щорічно пересихає. Це означає, що у більшості випадків побудовані ставки та водосховища не тільки сприяють збільшенню втрат на випаровування з поверхні водозбору, а ще й акумулюють у собі паводковий та повеневий стік, який через цю обставину майже не потрапляє до гирла.

Водогосподарська діяльність перерозподіляє не тільки річний стік, а й його внутрішньорічний розподіл, впливаючи також на формування мінімального стоку, середні багаторічні характеристики якого встановлюються для верхнього створу (р.Тилігул - с. Новоукраїнка), а для нижнього (р. Тилігул - смт Березівка) дорівнюють нулю.

Для визначення внутрішньорічного розподілу стоку річок можна використовувати схеми розподілу стоку у характерні за водністю роки [10].

Відсутність або недостатність спостережень за стоком річок басейну Тилігульського лиману обумовлює проблему визначення характеристик стоку досліджуваних річок. При цьому в умовах басейну Тилігульського лиману необхідно розділяти природний та порушений господарською діяльністю стан водних ресурсів. Вирішення цього питання можливе на основі моделі “клімат-стік”, розробленої в ОДЕКУ під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Лободи Н.С. [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для обчислення характеристик стоку річок України при відсутності та недостатності даних спостережень розроблені карти ізоліній середніх багаторічних величин річного стоку, карти ізоліній коефіцієнтів варіації та регіональні розрахункові формули, виконано районування співвідношення  $C_s / C_v$  та значень автокореляційної функції із часовим зсувом 1. Через нестачу даних та їх трансформацію водогосподарською діяльністю на території Північно-Західного Причорномор'я ізолінії норм річного стоку проведені пунктиром, що свідчить про низьку точність їх визначення.

Карта ізоліній середніх багаторічних величин річного стоку річок України розробили Л.Г. Онуфрієнко та І.І. Волошин [7]. Запропонована карта спирається на матеріали 615 пунктів спостережень із площею водозборів від 100 км<sup>2</sup> до 50000 км<sup>2</sup>. Не враховувались водозбори площею менше 100 км<sup>2</sup> рівнинних районів лісостепової зони,

а також Донецького Кряжу, Приазовської та Подільської височин, де стік значно відрізняється від зонального під впливом геологічної будови, карсту та інших місцевих чинників, серед яких значне місце можуть займати чинники антропогенного походження. При побудові карти використані ряди річного стоку від початку спостережень по 1978 р. Крок між ізолініями змінний: на півдні  $0.5 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ , на іншій частині рівнинної території -  $1.0 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ . У Карпатах ізолінії проведені з кроком через 5 та  $10 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$  [7].

Пізніше ця карта була уточнена А.І. Шерешевським та П.Ф.Вишневським [12] за рахунок використання додаткових даних 80-х років минулого сторіччя. На обох картах, так само, як і на картах СНП 2.01.14-83 [8] територія Північно-Західного Причорномор'я показана як недостатньо вивчена з гідрологічної точки зору: ізолінії норм стоку поведені пунктирною лінією. Суттєвим недоліком є те, що ці карти спиралися на матеріали про побутовий, тобто порушений водогосподарською діяльністю стік, що вплинуло на результати узагальнень.

Проф. Гопченко Є.Д. та проф. Лобода Н.С. запропонували використовувати для розрахунків стоку метеорологічну інформацію. Метеорологічні дані не підлягають впливу водогосподарської діяльності, яка діє на формування стоку річок. Ряди метеорологічних характеристик мають більшу тривалість у часі при порівнянні із гідрологічними. На території Північно-Західного Причорномор'я метеорологічна мережа більш розвинута, ніж гідрологічна. Стік, розрахований за метеорологічними даними, виключає вплив чинників підстильної поверхні як природних, так і обумовлених водогосподарськими перетвореннями. Таким чином, визначені характеристики стоку можуть розглядатися як такі, що описують природний зональний стік. Моделі розрахунків стоку, на вході яких використовуються метеорологічні дані, дістали назву моделей “клімат-стік”. Основою розрахунків стоку за метеорологічними даними є балансові методи, серед яких був обраний метод водно-теплового балансу [6].

Складові результуючого рівняння методу водно-теплового балансу були визначені для території України і узагальнені у вигляді карт ізоліній або порайонних залежностей [4]. Модель “клімат-стік” була апробована на матеріалах про природний річний стік для водозборів різних географічних зон України, що дозволило установити її адекватність даним спостережень [3].

**Метою представленої роботи** є визначення характеристик стоку річок басейну Тилігульського лиману у природних умовах його формування за результатами просторово-часових узагальнень характеристик стоку Північно-Західного Причорномор'я, виконаних в ОДЕКУ на основі моделі “клімат-стік”.

**Матеріали та методи досліджень.** Метод водно-теплового балансу базується на сумісному розгляді рівнянь водного та теплового балансів, які містять у собі загальну складову – сумарне випаровування з поверхні суші  $E$ . У результуючому рівнянні водно-теплового балансу величина  $E$  виражається через граничні ресурси енергії або так звані “теплоенергетичні ресурси клімату”, які представляють собою додатні складові теплового балансу земної поверхні [6]

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2) , \quad (1)$$

де  $R^+$  - позитивна (прибуткова) частина радіаційного балансу;  $P^+$  - позитивна складова турбулентного теплообміну або тепло, яке надходить на ділянку суші в зв'язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло;  $B_1 - B_2$  - зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті позначається як  $\Delta B$ );  $L$  - “приховане” тепло пароутворення;  $LE$  - витрата тепла на випаровування.

Величина  $E_m$  розраховується через теплоенергетичні ресурси і має назву еквівалента теплоенергетичних ресурсів клімату

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L} \quad (2)$$

Теплоенергетичний еквівалент  $E_m$  є величиною, яка за своїм фізичним змістом близька до поняття випаровуваності або максимально можливого випаровування ( $E_o$ ), яке різними авторами визначалося як верхня межа випаровування, але інтерпретувалося по-різному: "випаровування зі зволоженої поверхні" (М.І.Будико); "випаровування з водної поверхні при тому ж комплексі метеорологічних умов, що й над сушею" (М.А.Багров); "випаровування для полів, вкритих рослинністю, коли вологість ґрунту близька до найменшої польової вологоємності" (А.Р.Константинов). Проте максимально можливе випаровування у інтерпретації В.С. Мезенцева має однозначний фізичний зміст. Величина максимально можливого випаровування  $E_m$  розглядається як шар води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені всі теплоенергетичні ресурси клімату.

Рівняння водно-теплого балансу водозбору, виражене відносно величини стоку  $Y$ , записується таким чином [6]

$$Y = H - E_m \left[ 1 + \left( \frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (3)$$

Де  $H$  – характеристика ресурсів зволоження, під якою розуміють опади  $X$ , що випадають за розрахунковий період, та зміни  $w_1 - w_2$  запасів вологи в ґрунті, тобто  $H = X + w_1 - w_2$ ;  $E_m$  – максимально можливе випаровування з поверхні суші;  $n$  – параметр, який інтегрує вплив фізико-географічних умов формування стоку й береться рівним 3 згідно із рекомендаціями В.С.Мезенцева та дослідженнями, виконаними в ОДЕКУ;  $Y$  – стік води за розрахунковий інтервал часу.

З урахуванням виразу  $H = X + w_1 - w_2$ , рівняння водно-теплого балансу записується у вигляді

$$Y = X + w_1 - w_2 - E_m \left[ 1 + \left( \frac{X + w_1 - w_2}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (4)$$

Різниця  $w_1 - w_2$ , яка представляє собою змінення вологовмісту у розрахунковому шарі ґрунту, набуває істотних додатних та від'ємних значень у середині року (місяця, декади) і в окремі роки (групи років).

Для багаторічного періоду, коли виконується умова

$$w_1 - w_2 = 0, \quad (5)$$

рівняння водно-теплого балансу набуває вигляду

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[ 1 + \left( \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (6)$$

де  $\bar{Y}, \bar{X}, \bar{E}_m$  – середні багаторічні величини (норми) річного стоку, опадів та максимально можливого випаровування відповідно.

Від’ємник рівняння (6) є величиною середнього багаторічного випаровування з поверхні суші

$$\bar{E} = \bar{E}_m \left[ 1 + \left( \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (7)$$

Норма річного стоку  $\bar{Y}$ , визначена за (7), зумовлюється кліматичними чинниками – нормою річних опадів  $\bar{X}$  й нормою максимально можливого випаровування  $\bar{E}_m$ , які підлягають закону географічної зональності та подаються у вигляді карт ізоліній. Розраховані при постійному  $n$  величини середнього багаторічного стоку  $\bar{Y}$  залежать від співвідношення показників ресурсів вологи  $\bar{X}$  та тепла  $\bar{E}_m$  ( $\beta_x = \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m}$ ) й відображають їхню взаємодію, через що й одержали назву «кліматичний стік», який позначається як  $\bar{Y}_k$ .

Для території України в ОДЕКУ розроблена формула для визначення середніх багаторічних величин максимально можливого випаровування за даними про температури повітря

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_V^{IX} \bar{T}_i - 307, \quad r=0.94 \quad (8)$$

де  $\bar{E}_m$  – середня багаторічна величина (норма) максимально можливого випаровування за рік;  $\sum_V^{IX} \bar{T}_M$  – сума норм середніх місячних температур повітря за літній період (із травня по вересень включно);  $r$  – коефіцієнт кореляції.

Кarti ізоліній середніх багаторічних величин (норм) річних опадів, максимально можливого випаровування та розрахованого за (6) кліматичного стоку для північно-західного Причорномор’я були побудовані на топографічній основі 1:500000. При побудові карт ізоліній норм річного кліматичного стоку значення  $\bar{Y}_k$  відносяться до точок, які відповідають положенню метеорологічних станцій на карті. При визначенні норми кліматичного стоку з водозбору за допомогою карти ізоліній шукана величина встановлюється як середня зважена по площах, що містяться між ізолініями.

Для визначення характеристик стоку заданої забезпеченості визначені зв’язки між багаторічною мінливістю річного стоку (коефіцієнтом варіації  $C_v$ ) та нормою річного кліматичного стоку [4]

$$C_V = \frac{1,5}{\left(\frac{\bar{Y}_K}{10}\right)^{0.62}}, \quad (9)$$

де  $C_V$  – коефіцієнт варіації річного стоку.

Між коефіцієнтом асиметрії та коефіцієнтом варіації для території Північно-Західного Причорномор'я встановлено таке співвідношення

$$C_S = 1.7C_V, \quad (10)$$

де  $C_S$  – коефіцієнт асиметрії.

Значення автокореляційної функції річного стоку із часовим зсувом 1 для річок Північно-Західного Причорномор'я береться рівним нулю [4].

На водозборах малих та середніх річок із нестійким підземним живленням виконується перехід від норм зонального стоку до природного [3,4].

Для степової зони Північно-Західного Причорномор'я, де велике значення мають втрати стоку на поверхневе затримання, та діюча площа водозбору значно менша від фактичної, перехідні коефіцієнти від норм кліматичного до природного стоку визначаються за такою формулою

$$K_{ПЕР} = 1 - 0,003(280 - H_{СЕР}), \quad \text{при } H_{СЕР} < 280\text{ м}, \quad (11)$$

$$K_{ПЕР} = 1, \quad \text{при } H_{СЕР} \geq 280\text{ м}, \quad (12)$$

де  $H_{СЕР}$  – середня висота водозбору.

Норма природного стоку  $\bar{Y}_{ПР}$  визначається як добуток норми кліматичного стоку на перехідний коефіцієнт

$$\bar{Y}_{ПР} = K_{ПЕР} \bar{Y}_K. \quad (13)$$

Коефіцієнти варіації та асиметрії природного стоку малих та середніх річок встановлюються за формулами (9) та (10).

Апробація моделі «клімат-стік» як способу визначення характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку була виконана з використанням даних водозборів різних природних зон України, у тому числі водозборів великих річок [4]. Установлено, що точність визначення статистичних параметрів річного стоку за описаною моделлю знаходиться у межах точності розрахунків цих параметрів за даними гідрометричних спостережень.

**Результати дослідження та їх аналіз.** Норма річного кліматичного стоку у межах північно-західного Причорномор'я змінюється від 10 мм до 50 мм [3]. Стан водних ресурсів, оцінених за метеорологічними даними, відповідає кліматичним умовам минулого сторіччя до початку суттєвого впливу глобального потепління на формування річного стоку. На той час норми річних опадів у басейні Тилігульського лиману змінювалися від 450 мм до 550 мм, норми максимально можливого випаровування від 900 до 985 мм, а норма кліматичного річного стоку від 13 до 37 мм (рис.1), (табл.2).

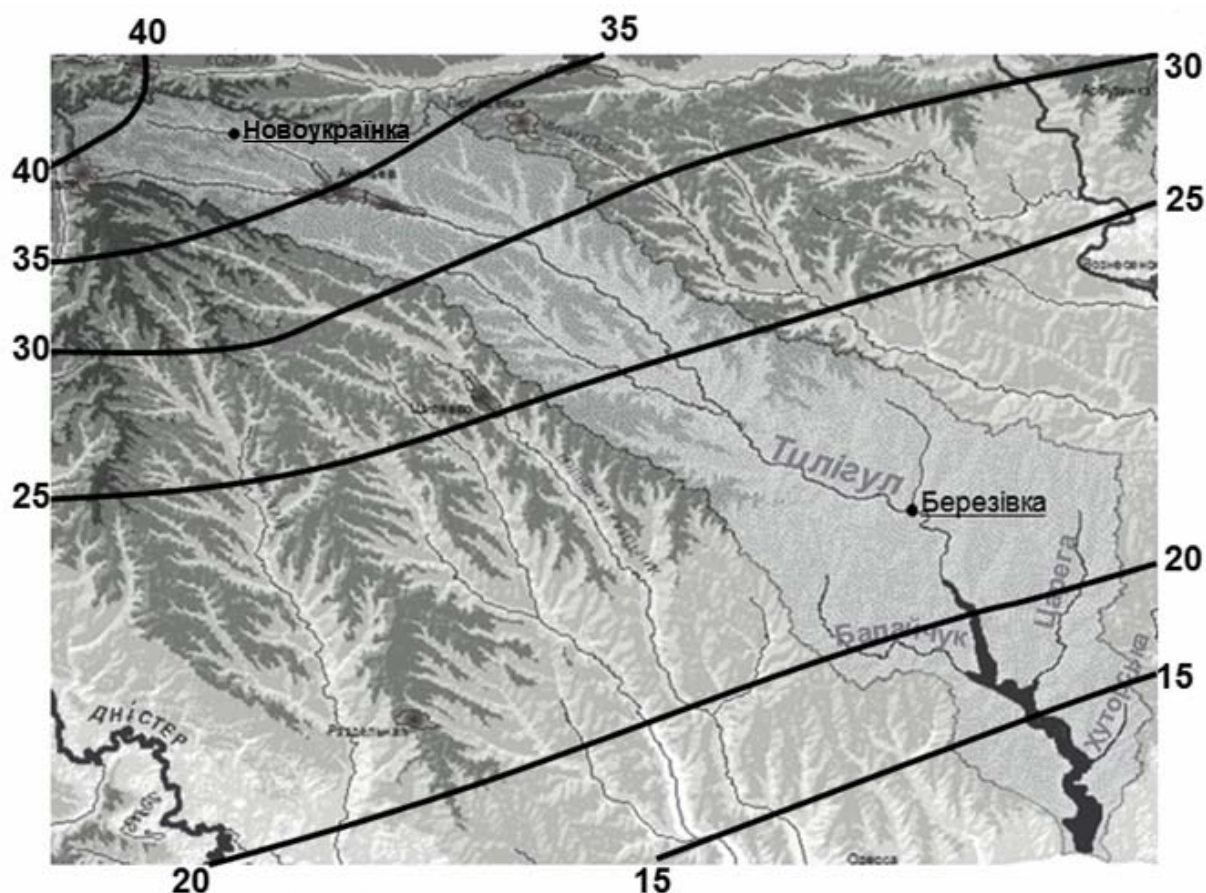


Рисунок 1 – Карта-схема ізолій норм річного кліматичного стоку (мм) річок басейну Тилігульського лиману до початку глобального потепління

Таблиця 2 – Характеристики кліматичних чинників та водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману до початку глобального потепління

Річка-пост	Середні багаторічні значення			Норма річного кліматичного стоку $\bar{Y}_K$ , мм
	$\bar{X}$ , мм	$\bar{E}_m$ , мм	$\bar{E}$ , мм	
Тилігульський лиман				
Тилігул – Новоукраїнка	550	900	512	37
Тилігул-Березівка	515	940	490	25
Тилігул –гирло	500	950	482	23
Царєга	495	950	482	20
Балайчук	495	960	474	20
Хуторська	450	985	437	13
Боковий приплив	475	960	457	15

Оскільки середня висота водозборів річок басейну Тилігульського лиману менша за 280 м, виконувалося урахування втрат річного стоку на поверхневе затримання через перехідні коефіцієнти за (11) й згідно із (13) розраховувалися норми природного річного стоку та статистичні параметри, які характеризують мінливість та асиметрію рядів річного стоку (табл.3).

Таблиця 3 - Характеристики припливу річкових вод до лиманів Північно-Західного Причорномор'я у природних умовах формування стоку

Річка-пост	Норма кліматичного стоку, $\bar{Y}_K$ , мм	Середня висота водозбору, $H_{СЕР}$ , м	Площа водозбору, $F$ , км <sup>2</sup>	Перехідний коефіцієнт, $K_{ПЕР}$	Параметри природного річного стоку			
					$\bar{Y}_{PP}$ , мм	$\bar{W}_{PP}$ , м <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	$C_V$	$C_S$
Тилігульський лиман (площа водозбору 5420 км <sup>2</sup> )								
Тилігул – Новоукраїнка	37	170	810	0.67	25	20	0.86	1.46
Тилігул-Березівка	25	120	3170	0.52	13	41	1.14	1.90
Тилігул –гирло	23	120	3550	0,52	13	<b>46</b>	1,14	1.90
Царега	20	50	657	0.31	6	3.9	2.02	3.13
Балайчук	20	60	586	0.34	7	4.1	1.67	2.83
Хуторська	13	54	108	0.32	4.3	0.46	2.25	3.80
Боковий приплив	15	45	349	0.30	4.5	1.6	2.20	3.74
Сумарний приплив прісних вод до лиману						<b>56</b>		

Таким чином, у неперушених водогосподарською діяльністю умовах загальний приплив річних вод  $\bar{W}_{PP}$  до Тилігульського лиману становив 56 млн.м<sup>3</sup>, з них лише на річку Тилігул припадало 46 млн.м<sup>3</sup>, тобто 82% від загального припливу прісних вод. Від річки Царега до Тилігульського лиману надходило 6% загального об'єму прісних вод, а від річки Балайчук – 7%.

Розрахунки річного стоку у роки різної забезпеченості дозволили встановити, що у дуже маловодні роки (із забезпеченістю стоку більше 95%) стік у річці Тилігул може бути відсутнім (табл.4, табл.5). Надходження вод від річок Царега, Балайчук та Хуторська до лиману взагалі не відбувається у роки із забезпеченістю, що перевищує 75%.

Таблиця 4 – Характеристики річного стоку (шари) у роки різної водності

Річка-пост	Статистичні параметри природного річного стоку			Природний річний стік заданої забезпеченості, мм					
	$\bar{Y}$ , мм	$C_V$	$C_S$	$Y_{0,1\%}$	$Y_{5\%}$	$Y_{25\%}$	$Y_{50\%}$	$Y_{75\%}$	$Y_{95\%}$
Тилігул – Новоукраїнка	25	0.86	1.46	135	67.1	35.3	20.1	9.31	0.28
Тилігул-Березівка	13	1.14	1.90	98.5	42.7	18.9	8.63	2.40	0.00
Тилігул –гирло	13	1.14	1.90	98.5	42.7	18.9	8.63	2.40	0.00
Царега-гирло	6	2.02	3.13	93.9	29.8	8.06	1.09	0.00	0.00
Балайчук-гирло	7	1.67	2.83	87.4	30.4	9.57	2.44	0.00	0.00
Хуторська-гирло	4.3	2.25	3.80	81.4	22.7	4.64	0.24	0.00	0.00
Боковий приплив	4.5	2.20	3.74	82.7	23.4	4.95	0.34	0.00	0.00



Таблиця 5 – Характеристики річного стоку (об'єми) у роки різної водності

Річка-пост	Статистичні параметри природного річного стоку			Природний річний стік заданої забезпеченості, млн. м <sup>3</sup>					
	$\bar{W}$ , млн. м <sup>3</sup>	$C_V$	$C_S$	$W_{0,1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$
Тилігул – Новоукраїнка	20	0.86	1.46	107	53.7	28.1	15.9	7.44	0.22
Тилігул-Березівка	41	1.14	1.90	311	134	59.7	27.2	7.35	0.00
Тилігул –гирло	46	1.14	1.90	349	151	67.2	30.5	8.5	0.00
Царага	3.9	2.02	3.13	61.2	19.3	5.24	0.71	0.00	0.00
Балайчук	4.1	1.67	2.83	51.3	17.7	5.54	1.43	0.00	0.00
Хуторська	0.46	2.25	3.80	8.71	2.43	0.49	0.03	0.00	0.00
Боковий приплив	1.6	2.20	3.74	29.4	8.29	1.74	0.12	0.00	0.00

Розподіл стоку по сезонах і місяцях для невивчених у гідрологічному відношенні річок описується за типовою схемою, наведеною в [10], (район XV). Згідно із цим розподілом досліджувані річки можуть практично не мати стоку як у багатоводні, так і маловодні роки, але тривалість відсутності стоку буде зростати при переході від багатоводних до маловодних років (табл.6). За нормою кліматичного або природного річного стоку і типовою схемою устанавлюються розподіли величин стоку по місяцях і сезонах у характерні за водністю роки.

Для малих річок з площею водозбору, не меншою за 20 км<sup>2</sup> для зволжених територій та 50 км<sup>2</sup> для зони недостатнього зволоження, згідно із нормативним документом [8] рекомендується визначати таку характеристику мінімального стоку як мінімальний 30-денний стік 80%-ї забезпеченості

$$Q_{80\%} = 10^{-3} a \cdot (F \pm f)^{n_1}, \quad (14)$$

де  $f$  - середня по району площа з відсутністю стоку (-) або середня площа підземного басейну, який забезпечує додаткове живлення річок даного району (+) внаслідок дії карсту;  $a$  та  $n_1$  – параметри, які характеризують зволоженість даного району й інтенсивність змін стоку із зростанням площі водозбору. Значення параметрів розрахункової формули наведені в таблицях СНіП 2.01.14.83.

Для водозбору р. Тилігул - с. Новоукраїнка параметри  $a$ ,  $n$ ,  $f$ , визначені за нормативами, дорівнюють 0.12; 1.35; 0.00 та 0.12; 1.26; 0.00 для зимової та літньо-осінньої межени відповідно. За формулою (14) значення мінімального 30-денного стоку 80%-ї забезпеченості дорівнюють 1.01 та 0.554 м<sup>3</sup>/с відповідно. Розраховані за (14) характеристики  $Q_{80\%}$  суттєво перевищують визначені за рядами спостережень, які набувають значень 0,0753 м<sup>3</sup>/с для зимової межени та 0,0148 м<sup>3</sup>/с для літньо-осінньої.

В ОДЕКУ [3] розроблено методику визначення характеристик мінімального стоку невивчених у гідрологічному відношенні малих та середніх річок північно-західного Причорномор'я, яка базується на використанні просторово-часових узагальнень моделі "клімат-стік".

Розрахунок норм мінімального 30-добового стоку зводиться до визначення коефіцієнтів  $k_L$  та  $k_3$ , які являють собою частку від середньої багаторічної величини річного стоку

$$k_L = \frac{\bar{Q}_{30L}}{\bar{Q}}; \quad (15)$$

$$k_3 = \frac{\bar{Q}_{303}}{\bar{Q}}, \quad (16)$$

де  $k_L$  – перехідний коефіцієнт від норми річного стоку до 30-ти денного мінімуму стоку у літню межень;  $k_3$  – перехідний коефіцієнт від норми річного стоку до 30-ти денного мінімуму стоку у зимову межень;  $\bar{Q}_{303}$  – норма 30-ти добового мінімуму у зимову межень;  $\bar{Q}_{30L}$  – норма 30-ти добового мінімуму у літню межень;  $\bar{Q}$  – норма річного стоку.

Карти ізоліній коефіцієнтів  $k_L$  та  $k_3$ , побудовані на основі визначених за даними спостережень, даних наведені у монографії Є.Д. Гопченка та Н.С. Лободи [3]. Хід ізоліній на цих картах відображає просторовий розподіл внеску стоку межені у формування річного стоку при переході із підзони північного степу до підзони південного степу. Для періоду літньо-осінньої межені коефіцієнт  $k_L$  дорівнює нулю, для періоду зимової межені коефіцієнт  $k_3$  змінюється у верхній частині водозбору річки Тилігул від 0.4 до 0.05, що дозволило установити середні багаторічні характеристики стоку річок басейну Тилігульського лиману за період зимової межені (табл.6). Під нормою річного стоку слід розуміти норму стоку, визначену через кліматичний стік.

Таблиця 6 – Середні багаторічні значення 30-денного мінімального стоку зимової межені, визначені для природних (початкових) умов

Річка - пост	Середні багаторічні величини природного річного стоку		Ваговий коефіцієнт зимової межені $k_3$	Норма 30-ти денного мінімального стоку $\bar{Q}_{303}$ , м <sup>3</sup> /с	Норма 30-ти денного мінімального стоку $\bar{Q}_{303}$ , $\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}$
	$\bar{Y}_{ПР}$ , мм	$\bar{Q}_{ПР}$ , м <sup>3</sup> /с			
Тилігул-Новоукраїнка	25	0.642	0.40	0.257	0.32
Тилігул-Березівка	13	1.31	0.04	0.0522	0.017
Тилігул-гирло	13	1.46	0.03	0.0439	0.013
Царега	6	0.125	0.02	0.00250	0.004
Балайчук	7	0.0130	0.02	0.00260	0.004
Боковий приплив	4,5	0.0467	0.01	0.00046	0.001

**Висновки.** За результатами розрахунків середній багаторічний приплив прісних вод до лиману у природних умовах мав би становити 56.0 млн.м<sup>3</sup>, а від річки Тилігул – 46.0 млн.м<sup>3</sup>. За даними Укрпівденводгоспу, який проводив додаткові експедиційні дослідження і узагальнення гідрологічних характеристик річки Тилігул, середній багаторічний об’єм річного стоку річки Тилігул становив 41.7 млн.м<sup>3</sup>. Відносне відхилення цих значень знаходиться у межах 10%, тобто у межах точності розрахунків річного стоку. За даними просторово-часових узагальнень, виконаних А.Я. Фоменком (1986 р.), приплив води до Тилігульського лиману мав би становити 50.5 млн.м<sup>3</sup>. Проте

середня багаторічна величина припливу, оцінена за даними спостережень (1953-2011рр.), дорівнює лише 26.7 млн.м<sup>3</sup>, що може бути спричинено як змінами клімату, так і водогосподарською діяльністю. Перспективи подальших розвідок включають до себе урахування чинників водогосподарської діяльності при розрахунках характеристик стоку річок басейну Тилигульського лиману шляхом використання результатів імітаційного стохастичного моделювання побутового річного стоку [6].

### Список літератури

1. Водний фонд Миколаївської області. Миколаїв, 2009. – 184 с.
2. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С. Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу // Наук. Праці УкрНДГМІ, 2001. – Вип.249. – С. 106-120.
3. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). – К.: КНТ, 2005. – 188 с.
4. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
5. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках: Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 200 с.
6. Мезенцев В.С., Карнацевич И.В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины - Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 75 с.
7. Онуфриенко Л.Г., Волошин И.И. Определение годового стока рек Украины и Молдовы // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – М.:Московское отделение Гидрометеиздата, 1986. – Вып.217. – С. 3-20.
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1966.- т.6, вып.1:Украина и Молдавия. - 884 с.
10. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
11. Швебс Г.И., Игошин М.И. Каталог річок і водойм України: навчально-довідковий посібник / Під ред. Є.Д. Гопченка. – Одеса: Астропринт, 2003. – 390 с.
12. Шерешевский А.И., Вишневский П.Ф. Норма и изменчивость годового стока рек Украины / Гидробиологический журнал. - 1997. - Т.3. - С. 81- 91.

#### **Оценка естественных водных ресурсов рек бассейна Тилигульского лимана по метеорологическим данным. Лобода Н.С., Божок Ю.В.**

*На большей части рек бассейна Тилигульского лимана гидрометеорологические наблюдения не организованы. Существующие ряды данных на речке Тилигул трансформированы водохозяйственной деятельностью, что не позволяет оценивать характеристики стока с требуемой точностью. В работе приведены характеристики годового стока и минимального стока, а также внутригодового распределения, рассчитанные по модели "климат-сток" с использованием метеорологической информации.*

**Ключевые слова:** *естественные водные ресурсы, метеорологические данные, метод водно-теплогового баланса, климатический сток.*

#### **Evaluation of natural water resources of Tyligul lagoon basin on meteorological data. Loboda N., Bojok J.**

*On the most part of the rivers of Tyligul lagoon basin hydrometeorological observation are not organized. Existing series of data on Tyligul river were transformed by water management, it is not possible to estimate the runoff characteristics with required accuracy. Characteristics of annual, minimum runoff and intra-annual distribution were calculated by "climate-runoff" model with using meteorological data.*

**Keywords:** *natural water resources, meteorological data, climatic runoff.*