

води. Переломною точкою для лівобережних приток є 1980 рік, для правобережних та для самої р. Сіверський Донець – 1976 р. Наступна багатоводна фаза, що тривала до 2007-2008 рр., є доволі вираженою на правобережних притоках та малопомітною – на лівобережних. В останні роки (з 2009 р.) спостерігаємо тенденцію щодо певного зменшення мінімального 30-ти добового стоку на річках басейну в період льодоставу.

Розподіл мінімального стоку води теплої періоду року обумовлений геологічними факторами, глибиною врізу русла та господарською діяльністю людини на водозборах і в руслах річок. Простежується певна відмінність у коливаннях мінімальних 30-ти добових витрат води лівобережних та правобережних приток і, власне, самого Сіверського Дінця. До 1976 року спостерігається маловодна фаза для р. Сіверський Донець та її приток. З 1977 по 2006 рік правобережні притоки та р. Сіверський Донець характеризуються багатоводною фазою, а для лівобережних приток до 1995 р. простежуються нечітко виражені коливання і лише з 1996 р. відбувається перехід до багатоводної фази. З 2006 р. знов відбувається синхронізація всіх трьох кривих з переходом до маловодної фази.

Аналогічні тенденції простежуються і у коливаннях мінімальних добових витрат води річок басейну як для періоду відкритого русла, так і для періоду льодоставу.

Відмінності у коливаннях мінімальних стокових характеристик в басейні Сіверського Дінця можуть бути пов'язана зі значним антропогенним навантаженням. Розташовані на річці великі міста (Ізюм, Зміїв, Лисичанськ) здійснюють значний водозабір для водогосподарських та промислових потреб. Відбувається забір води в канал Сіверський Донець – Донбас. Значним є скид промислових, комунальних та шахтних вод у правобережні притоки. Річки лівобережжя значно зарегульовані. На їх гідрологічний режим значною мірою впливають Печенізьке та Червонооскільське водосховища.

Побудовані в процесі дослідження різниці інтегральні криві багаторічних коливань характеристик мінімального стоку річок басейну Сіверського Дінця дали змогу оцінити тенденції у змінах цих характеристик за період спостережень. Встановлено певні відмінності у багаторічних коливаннях мінімального стоку лівобережних та правобережних приток Сіверського Дінця.

Результати дослідження можна використовувати для прогнозування подальших змін стоку річок басейну та раціонального використання його водних ресурсів в майбутньому.

УДК 556.535.4+556.535.5

**Вишневецький В.І.**

*Інститут водних проблем і меліорації НАНУ, Київ*

## **ТЕРМІЧНИЙ ТА ЛЬОДОВИЙ РЕЖИМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ КИЄВА**

Дослідження температурного і льодового режимів водних об'єктів Києва виконано на основі даних регулярного моніторингу, а також даних дистанційного зондування Землі. В останньому разі такими даними стали знімки супутників Landsat 8 і Sentinel 2. Температура води визначалася з використанням каналу B10 супутника Landsat 8, роздільна здатність якого становить 100 м. Обробка цих даних виконана з використанням програми ArcGIS 10. Знімки супутників Sentinel 2, в яких термальний канал відсутній, використовувалися лише для вивчення льодового режиму водойм. Водночас перевагами цих супутників, порівняно із супутником Landsat 8, є істотно вища роздільна здатність знімальної апаратури (10 м), а також значно менший інтервал між часом знімання. Ще одним джерелом даних стали власні польові дослідження.

Дані спостережень на гідрологічному посту Київ, що відповідають умовам Канівського водосховища, свідчать про те, що протягом 1977–2018 рр. існує виражена тенденція підвищення температури води. Найбільшим (на 0,85 °C за десятиліття) є підвищення температури у серпні, дещо меншим (на 0,83 °C за десятиліття) – у липні. Ще більшим (1,0 °C) є зростання максимальної температури. Якщо на початку спостережень найвища температура води переважно становила 23,0–23,5 °C, то нині 27,0–27,5 °C. Найвищу температуру (28,6 °C) у стандартний строк зафіксовано о 20:00 22.07.2010 р. Ще вищою

(29,4 °C) виявилася температура на гідрологічному посту у денний час 23.06.2019 р.

Протягом року найвища температура води переважно спостерігається у третій декаді липня, хоча це можливо в середині червня і в середині серпня.

У літній період температура води о 20:00 звичайно на 1–2 °C вища, ніж о 8:00. Приблизно на стільки ж денні максимуми перевищують температуру у вечірній час спостережень.

Істотно інформативнішими щодо температури води, особливо на водоймах, де спостереження відсутні, є дані дистанційного зондування Землі. Спираючись на ці дані, можна встановити закономірності, що спостерігаються протягом усього року.

Навесні після танення криги найнижчою є температура води в основному рукаві Дніпра, який знаходиться під значним впливом Київського водосховища. Найбільша відмінність у температурі води в основному рукаві Дніпра та озерах спостерігається наприкінці травня, коли вона може сягати 5 °C.

Улітку відмінність у температурі води зменшується, проте найхолоднішою вода залишається в основному рукаві Дніпра. У цей час шлейф деснянської води, температура якої дещо вища, простежується на ділянці в кілька кілометрів. В основному рукаві Дніпра існує чергування зон з вищою та нижчою температурою води, що зумовлено близькістю Київської ГЕС і нерівномірністю її роботи. Скиди води, що тривають кілька годин, супроводжуються не лише зниженням температури у нижньому б'єфі, а й збільшенням її перемішування.

Восени температура води у Дніпрі стає вищою, ніж у Десні. Цікавою особливістю температури води в цей період, насамперед у жовтні та на початку листопада, є те, що доволі високою (вищою, ніж в основному рукаві Дніпра) є температура води у глибоких затоках: Верблюд, Собаче Гирло, Оболонь, Доманя.

Близькість Київської ГЕС до міста впливає і на льодовий режим Дніпра. Загалом крижаний покрив на Дніпрі нестійкий. Суцільний льодостав звичайно встановлюється у другій половині січня. Після створення Канівського водосховища найбільша товщина криги (42 см) на гідрологічному посту зафіксована 20.01.1977 р. Коли не було Київського водосховища (його наповнили в 1964–1966 рр.), товщина криги в межах міста була істотно більшою. Максимальну товщину (80 см) виміряно 15.02.1963 р.

Утворення крижаного покриву звичайно починається в озерах, розташованих у лівобережній частині Києва. Одними з перших замерзають озера Русанівське, Райдуга (Радунка), Берізка (Лісове), Заплавне. За кілька днів замерзають озера Синє, Мінське, Святошинський став, розташовані у правобережній частині міста. Одним із останніх замерзає найбільше київське оз. Алмазне. Найдовше ділянка відкритої води зберігається в його південній частині, глибина якої сягає майже 20 м. На момент початку замерзання заток Дніпра більшість київських озер і ставків уже є замерзлимими. З відомих заток Дніпра найперше вкриваються кригою Матвіївська, Видубицька, Берківщина. Приблизно тоді ж замерзають затоки між правим берегом, а також островами Жуків і Водників. До настання сильних холодів залишаються незамерзлимими глибокі затоки Верблюд, Собаче Гирло, Оболонь, Доманя. Судячи з усього, це зумовлено розвантаженням в ці затоки підземних вод, адже глибина цих заток велика – подекуди понад 20 м.

З рукавів Дніпра найперше вкривається кригою Довбичка, а також північна частина Русанівської протоки. Дещо пізніше замерзає Венеціанська протока. За цим починається замерзання основного рукава Дніпра. Найперше льодостав утворюється перед головним мостом Подільсько-Воскресенського мостового переходу, що нині будується. Частково це відбувається внаслідок накопичення криги, яку виносить Десна. Наступна ділянка з першочерговим утворенням льодоставу відповідає зоні між островами Малий, Великий і правим берегом. Третя ділянка розташована нижче Південного мосту і відповідає зоні значного збільшення акваторії і водночас зоні, де коливання рівня, спричинені роботою Київської ГЕС, стають невеликі.

Уважний аналіз супутникових знімків дає змогу виявити ділянки, що звичайно не замерзають, або замерзають дуже пізно. Насамперед це стосується оз. Нижній Тельбин, що пояснюється впадінням сюди р. Дарниця, в яку надходять стоки із золівідвалу Дарницької ТЕЦ. Пізніше за сусідні замерзає Галерна затока, куди скидається підігріта вода

з Київської ТЕЦ-5. На жодному знімку не зафіксовано замерзлим скидний канал з Бортницької станції аерації. Доволі пізно замерзає й розташоване поряд оз. Тягле.

Навесні найперше крига починає зникати з основного рукава Дніпра. Поступово цей процес поширюється і на другорядні рукави. За цим відбувається очищення проток, які з'єднують затоки з основним рукавом. Найдовше крига на Дніпрі зберігається у Матвіївській затоці, а також у затоках, утворених між островами Жуків, Водників і правим берегом.

Останніми від криги звільняються ставки та озера. В озерній системі Опечень найперше зникає крига на оз. Кирилівське, що пов'язано з впадінням сюди р. Сирець. Дещо довше триває льодостав у найпівнічнішому оз. Мінське. З великих озер, розташованих на лівобережжі, найперше від криги звільняються озера Алмазне, Вирлиця і Тягле. Тривалим є збереження криги в озерах Райдуга (Радунка), Берізка (Лісове), Мартишів, Святище, у правобережній частині міста – в озерах Редчине і Синє.

УДК: 556.16

**Гопченко Є.Д., Ємельянова К.Б.**

*Одеський державний екологічний університет, м. Одеса*

### **УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІВНИННИХ РІЧОК ПРИЧОРНОМОРЬСЬКОЇ НИЗОВИНИ**

На території України для розрахунку характеристик максимального стоку паводків та водопіль діє нормативний документ СНіП 2.01.14–83 [1], базові рівняння якого, в основному, відносяться до структури редуційного типу:

$$q_{p\%} = \frac{k_0 Y_{p\%}}{(F + b)^{n_1}} \mu \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1)$$

де  $k_0$  – параметр «дружності» весняного водопілля (визначається за аналогією з сусідніми річками);  $Y_{p\%}$  – розрахунковий шар сумарного весняного стоку;  $F$  – площа водозборів;  $\mu$  – коефіцієнт для урахування розбіжності статистичних параметрів максимальних модулів і шарів стоку;  $b$  – емпіричний параметр для зниження редуції невеликих водозборів;  $\delta$  – коефіцієнт впливу регулюючої місткості озер, водосховищ, ставків проточного типу на регулювання максимальних модулів (витрат) стоку;  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  – редуційні коефіцієнти впливу залісеності ( $\delta_1$ ), заболоченості ( $\delta_2$ ) і водогосподарської діяльності ( $\delta_3$ ) на характеристики максимального стоку річок.

Головним недоліком базової структури (1) слід відзначити наявність у ній параметра « $b$ », оскільки за умови, що при  $F=0$ , верхнє його фізичне значення дорівнює  $q_m = 1/b^{n_1}$ , (замість  $q_m = 1,0$ ).

Авторами з метою удосконалення структури розрахункової формули максимального весняного стоку рівнинних річок, використана геометрична модель гідрографів паводків та водопіль, за якими максимальні модуль стоку дорівнюють [1,2]:

$$q_m = \frac{q'_m}{(F + 1)^{n_1}}, \quad (2)$$

або

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F + 1)^{n_1}}, \quad (3)$$

де  $q_m$  – максимальний модуль стоку, м<sup>3</sup>/скм<sup>2</sup>;  $F$  – площа водозборів, км<sup>2</sup>;  $K_0$  – коефіцієнт схилової трансформації паводків (водопіль);  $Y_m$  – максимальний шар стоку паводків (водопіль), мм;  $n_1$  – показник степені редуції.

За результатами розрахунку максимального стоку за формулою (3) пропонується використовувати карти-схеми ізоліній коефіцієнта схилової трансформації  $K_0$  та