

Сніголавинний режим Українських Карпат

Тавров Ю.С. , Грищенко В.Ф.

У роботі систематизовані результати багаторічних досліджень снігового покриву та снігових лавин – явища, притаманного всім гірським регіонам світу, в тому числі й Українським Карпатам. За даними багаторічних експедиційних робіт УкрНДГМІ та КГГП і спостережень сніголавинних станцій надано багаторічну характеристику сніголавинного режиму Українських Карпат.

Ключові слова: сніголавинний режим; сніголавинний сезон; лавинонебезпечний період.

Снеголавинный режим Украинских Карпат

Тавров Ю.С. , Грищенко В.Ф.

В работе систематизированы результаты многолетних исследований снежного покрова и снежных лавин – явления, присущего всем горным регионам мира, в том числе и Украинским Карпатам. По данным многолетних экспедиционных работ УкрНИГМИ и КГГП и наблюдений снеголавинных станций представлена многолетняя характеристика снеголавинного режима Украинских Карпат.

Ключевые слова: снеголавинный режим; снеголавинный сезон; лавиноопасный период.

Snow avalanche conditions of the Ukrainian Karpathians

Tavrov Yu.S. , Grishchenko V.F.

In-process the systematized results of long-term researches of snow cover and snow avalanches – the phenomenon, inherent all mountain regions of the world, including Ukrainian Carpathians. From data of long-term expeditionary works of UHRI and KGGP and supervisions of the snow avalanches stations long-term description snow avalanches conditions of the Ukrainian Carpathians is given.

Keywords: snow avalanche conditions; snow avalanche season; snow avalanche dangerous period.

Надійшла до редколегії 08.02.11

УДК 556.5 (282.247.32)

Вандюк Н. С.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ (ТЕРМІЧНИМ) РЕЖИМОМ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Ключові слова: методи управління; термічний режим; Канівське водосховище

Вступ. До переліку основних задач екологічної гідрології входить розробка методів управління ключовими гідрологічними факторами (зовнішнім водообміном, внутрішньоводоймовою динамікою, гідрофізичними характеристиками водних мас тощо) з метою відновлення біо- та рибопродуктивності водних екосистем, регулювання якості води і т. ін. При цьому пошук науково обґрутованих шляхів управління повинен дотримуватись декількох умов.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.1(22)

По-перше, необхідно встановити закономірності функціонування екосистем досліджуваних водних об'єктів, тобто визначити параметри, які можна використовувати в якості засобу управління компонентами, що визначають стан водного об'єкту. Друга умова передбачає проведення кількісної оцінки факторів впливу (переважно абіотичних компонентів) на складові, що визначають стан екосистеми – в основному біологічні процеси, відповідальні за формування біопродуктивності та якості води [6-7].

Аналіз останніх досліджень. Для покращення екологічного стану дніпровських водосховищ розроблено метод, що базується на штучному створенні в них умов, які сприяють домінуванню процесів самоочищення над усіма видами забруднень. Основним важелем управління при цьому виступає водний режим (а точніше – його регулювання). Його вважають найефективнішим фактором впливу на внутрішньоводоймові процеси – фізичні, хімічні та біологічні, які є визначальними у функціонуванні екосистем водних об'єктів. Штучне регулювання водного режиму на дніпровських водосховищах виконується шляхом коригування режиму роботи ГЕС. Через коливання рівнів води, швидкостей течії, внутрішнього і зовнішнього водообмінів можна істотно змінювати самоочисну здатність та інтенсивність самозабруднення як цілих водосховищ, так і їх окремих частин [7].

Першими було розроблено підходи по управлінню станом верхніх ділянок водосховищ, оскільки на цих частинах водойм вплив попусків вищеозташованих ГЕС є найбільш відчутним. В якості узагальнюючих (інтегральних) показників стану водних екосистем було прийнято концентрацію легкоокиснюваної речовини $\text{BCK}_{\text{повн}}$ та розчиненого у воді кисню [5, 11]. Суть методу управління полягає у регулюванні попусками ГЕС величин стоку та водообміну, які в свою чергу, істотно впливають на показники $\text{BCK}_{\text{повн}}$ та O_2 .

Дещо згодом [9] було запропоновано методи по управлінню станом екосистем озерних ділянок. Проте у даному випадку при розробці підходів було враховано сучасне еколого-гідродинамічне районування водосховища, виконане за допомогою математичного моделювання течій [8]. В основу районування покладено різницю генезису і показників динаміки водних мас в різних частинах водойми. При цьому в них було виділено так звані транзитні і нетранзитні зони. Основна відмінність між цими зонами полягає в тому, що по перших (транзитних) проходить майже весь основний стік водних мас, а їх динаміка визначається переважно лише стоковими течіями. У нетранзитних зонах внутрішньоводоймова динаміка формується завдяки вітровим течіям, хвилюванню, коливанням рівня води та ін. Таким чином, через різницю в походженні та показниках гідродинамічних процесів на вищеозначеніх ділянках виникають різні умови для існування популяцій та угруповань гідробіонтів. В той же час між транзитною і нетранзитною зонами відбувається постійний водообмін та взаємний вплив на показники водного середовища.

За допомогою згаданого вище методу математичного моделювання течій та циркуляцій можна визначити кількісні показники (інтенсивність) водообмінних процесів між екологічно-гідродинамічними зонами. Ці дані також необхідно враховувати при створенні методів управління станом озерних ділянок водосховищ. Основні положення методів є такими ж як і для річкових ділянок, незважаючи на те, що типові короткочасні попуски ГЕС майже не впливають на гідрологічний режим озерних ділянок. Тобто тут водообмін між транзитними і нетранзитними зонами відбувається переважно за рахунок вітрових течій та хвилювань. Штучно генерувати обмін водними масами між транзитними і нетранзитними зонами на озерних ділянках можна за допомогою несинхронних попусків вище- та нижчeroзташованих ГЕС.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для озерної ділянки Канівського водосховища було визначено параметри попуску для підвищення показників вмісту розчиненого у воді кисню [9-10]. Розраховано, що при наповненні корисного об'єму водосховища ($0,3 \text{ км}^3$) під час несинхронної роботи Київської та Канівської ГЕС з транзитної зони водосховища у нетранзитну надходить $73,5 \text{ млн. м}^3$ води. При цьому вміст кисню у воді транзитної зони зросте на $0,16 \text{ мг/дм}^3$. Одночасна (синхронна) робота вище- та нижчeroзташованих ГЕС сприяє зростанню швидкостей течії та збільшенню коефіцієнта атмосферної аерації кисню – вміст останнього підвищується на 2-5%.

Дані заходи доцільно виконувати в періоди катастрофічного зменшення вмісту розчиненого у воді кисню. Часто такі явища спостерігаються влітку і зазвичай бувають пов'язані зі зростанням температури водних мас. Особливо актуальним це питання стає в останні роки, разом зі змінами кліматичних умов. Адже аномально високі температури повітря та відсутність опадів триваючий час влітку можуть стати причиною теплового забруднення водойми, яке провокує різке зниження вмісту кисню у воді та інші, пов'язані з цим явища.

Так, поступове підвищення температури води провокує надмірний розвиток фітопланктону, що пригнічує (аж до загибелі) бактеріальну флору водойми. Остання є джерелом харчування зоопланктону, який, в свою чергу, є кормом для риб. Крім того, водорості, що розвиваються у надто великий кількості, спричиняють негативну дію на зябровий апарат молоді риб.

Згодом, якщо температура води залишається високою, починається масове відмиряння водоростей, що викликає небезпечні у екологічному відношенні заморні явища у водосховищі. За рахунок інтенсивного розкладання маси водоростей погіршуються фізико-хімічні показники води, зростає колірність, мутність, посилюється неприємний запах, збільшується споживання кисню, натомість – виділяється сірководень [1].

При довгостроковому підвищенні температури виникає висока імовірність встановлення стійкої температурної стратифікації та утворення термоклину, що помітно знижує інтенсивність обміну речовинами і газами між поверхневими і придонними шарами води. Внаслідок цього зменшується

кількість кисню, що повинен надходити в глибинні шари, а це збільшує вірогідність формування там анаеробних умов [2].

Тому за вказаних екстремальних ситуацій виникає необхідність управління (регулювання) термічним режимом водосховищ. За таких обставин можна запропонувати принаймні два засоби: 1) зниження теплового навантаження шляхом зменшення притоку підігрітих вод; 2) регулювання термічного режиму попусками ГЕС.

В якості першого засобу для Канівського водосховища пропонується тимчасово обмежити об'єми скидів підігрітих вод Трипільської ТЕС і Київської ТЕЦ-5. В умовах, коли температура води у водосховищі досягає аномально високих значень, навіть незначне (в межах нормованих трьох градусів) додаткове теплове навантаження є вкрай небажаним. Трипільська ТЕС на Канівському водосховищі є найбільшим постачальником підігрітих вод. Відомо [3], що в середньому, у червні, липні та серпні тепловий стік водосховища складає $334 \cdot 10^{15}$, $232 \cdot 10^{15}$ та $192 \cdot 10^{15}$ Дж відповідно. Згідно з матеріалами наших натурних спостережень, виконаних влітку 2003 та 2006 рр., різниця в значеннях температури скидної води над фоновою не перевищувала 3° . На основі цих даних було розраховано, що максимальний тепlopритік з ТЕС у водосховище в липні може сягати приблизно $0,67 \cdot 10^{15}$ Дж, тобто 0,3%.

На перший погляд, така добавка до загального теплозапасу може здатись незначною. Проте в літній період, разом з аномально високими значеннями природних температур, вона може виявитись досить загрозливою і призвести до відчутних порушень в екосистемі прилеглої до станції ділянки водосховища.

Ймовірність виникнення екологічно небезпечних явищ, пов'язаних з високою температурою води, має місце в основному на озерній ділянці водосховища, зокрема у поверхневих шарах її нетранзитних зон. Найефективнішим способом зниження температури води та руйнування вертикальної температурної стратифікації тут є штучна активізація внутрішньоводоймової динаміки за рахунок несинхронної роботи Київської та Канівської ГЕС.

Управління температурним режимом за допомогою попусків ГЕС можна здійснювати аналогічно підходу, що стосується покращення показників вмісту розчиненого у воді кисню на озерній ділянці Канівського водосховища [9-10]. Тобто пропонується виконувати короткочасні підйоми рівнів води в озерній частині водосховища за рахунок несинхронної роботи Київської та Канівської ГЕС. Тобто, в той час, коли відбувається попуск з Київської ГЕС Канівська не повинна працювати.

Максимально допустима величина коливання рівня на Канівському водосховищі згідно з „Правилами експлуатації дніпровських водосховищ” [4] становить 0,5 м і знаходиться між відмітками 91,0-91,5 м БС. Отже, при витраті води в $3000 \text{ м}^3/\text{s}$ цей об'єм можна заповнити за 27,8 годин. При зменшенні витрат час здійснення попуску збільшується і навпаки. Як було відмічено вище, в результаті такого попуску до нетранзитної зони озерної

ділянки водосховища надходить близько 73,5 млн. м³ води. Після її змішування з водними масами, що знаходились тут до наповнення, змінюється температура води нетранзитної зони:

$$T_{h,k} = \frac{T_{m,0}W_h + T_{h,0}V_h}{W_h + V_h}, \quad (1)$$

тут $T_{m,0}$ – температура води транзитної зони водосховища до початку його наповнення, °C; $T_{h,0}$ та $T_{h,k}$ – температура води нетранзитної зони озерної ділянки водосховища до та після попуску, °C; V_h – об'єм води нетранзитної зони озерної ділянки, який становить 400 млн. м³; W_h – об'єм води, що надійшов до нетранзитної зони озерної ділянки водосховища під час попуску, млн. м³. Температура води в транзитній зоні озерної ділянки водосховища ($T_{m,k}$) при цьому зміниться:

$$T_{m,k} = \frac{T_{m,0}(V_m - W_h) + T_{m,0}W_h}{V_m}, \quad (2)$$

де: V_m – об'єм води в транзитній зоні озерної ділянки водосховища (2140 млн. м³).

Опираючись на формули 1, 2, ми розрахували ефективність попуску при різних комбінаціях температур транзитної і нетранзитної зон водосховища. Отримані результати наведено в таблиці.

Таблиця. Розраховані значення температури води нетранзитної ($T_{h,k}$) і транзитної ($T_{m,k}$) зон Канівського водосховища після проведення попуску об'ємом 73,5 млн. м³ за різних початкових температур транзитної ($T_{m,0}$) і нетранзитної ($T_{h,0}$) зон

$T_{m,0}$	$T_{h,0}$					
	29	30	31	32	33	34
23	28,1 23,2	28,9 23,2	29,8 23,3	30,6 23,3	31,5 23,3	32,3 23,4
	24	28,2 24,2	29,1 24,2	29,9 24,2	30,8 24,3	31,6 24,3
25	28,4 25,1	29,2 25,2	30,1 25,2	30,9 25,2	31,8 25,3	32,6 25,3
	26	28,5 26,1	29,4 26,1	30,2 26,2	31,1 26,2	31,9 26,2
27	28,7 27,1	29,5 27,1	30,4 27,1	31,2 27,2	32,1 27,2	32,9 27,2
	28	28,9 28,0	29,7 28,1	30,5 28,1	31,4 28,1	32,2 28,2

Примітка: в чисельнику – температура води в нетранзитній зоні водосховища після попуску, в знаменнику – те ж в транзитній зоні водосховища.

За даними спостережень Гідрометслужби, різниця значень максимальних температур річкової та озерної ділянок Канівського водосховища може сягати майже 6°. Так, в 1995 році на водостру (в/п) Київ на початку липня було зафіксовано максимальну температуру води, її показник сягав 26,8°C,

на в/п Канів в цей же час – 31,6°C. Зважаючи на те, що в/п Київ розташований у транзитній зоні річкової ділянки, а в/п Канів у нетранзитній озерної, значення температури з річкової частини можна прийняти як $T_{m,0}$, а значення з озерної як $T_{h,0}$. Виконавши розрахунки за формулами 1, 2, визначаємо, що попуск, параметри якого описано вище, знизить температуру її водних мас на 0,7° – з 31,6 до 30,9°C, а в транзитній збільшить на 0,2° – до 27,0°C.

Висновки. Найбільш ефективним методом управління термічним режимом Канівського водосховища є штучна активізація водообмінних процесів між транзитними і нетранзитними зонами за допомогою несинхронних попусків Київської та Канівської ГЕС. Виконання таких попусків спроявляє відчутний ефект на зниження температури води у водосховищі в періоди її екстремальних значень та поліпшує екологічні умови в ньому.

Список літератури

1. *Браславский А.П.* Тепловое влияние объектов энергетики на водную среду / А.П. Braslavskiy, M.N. Kumarina, M.E. Smirnova. – L. : Гидрометеоиздат, 1989. – 253 с.
2. *Бреховских В.Ф.* Гидрофизические факторы формирования кислородного режима водоемов / В.Ф. Brekhovskikh. – M. : Наука, 1988. – 168 с.
3. *Лукашенко Н.С.* Оценка воздействия теплового фактора на теплозапас Каневского водохранилища / Н.С. Lukashenko // Метеорология, климатология и гидрология. – 2008. – Вып. 50. – С. 341–343.
4. *Правила эксплуатации водосховищ днепровского каскаду* / [А.В. Яцик, А.І. Томільцева, М.Г. Томільцев та ін.] – К. : Генеза, 2003. – 176 с.
5. *Состояние экосистемы Киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования* / [О.П.Оксюк, В.М. Тимченко, О.А. Давыдов и др.] – К. : ВИПОЛ, 1999. – 60 с.
6. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология: предмет, задачи, методы, опыт исследований в Украине / В.М. Тимченко // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 3–15.
7. *Тимченко В. М.* Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко. – К. : Наук. думка, 2006. – 384 с.
8. *Тимченко В.М.* Водообменные процессы как фактор формирования потоков энергии в экосистемах днепровских водохранилищ / В.М. Тимченко // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 105–120.
9. *Тимченко В.М.* Можливості регулювання стану екосистем озерних ділянок дніпровських водосховищ / В.М. Тимченко // Мат. Всеукр. наук. екол. конф. «Збалансований (сталий) розвиток України – пріоритет національної політики». – К., 2010. – С. 228–232.
10. *Тимченко О.В.* Гідрологічні чинники формування кисневого режиму Канівського водосховища : автореф. дис. на здобуття вченого ступеню канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / О.В. Тимченко. – К., 2007. – 20 с.
11. *Управление состоянием экосистем и качеством воды в устьевом участке Днепра. Ч. 2* / [О.П. Оксюк, В.М. Тимченко, В.С. Полищук и др.]. – К. : ВИПОЛ, 1997. – 48 с.

Управління тепловим (термічним) режимом Канівського водосховища

Вандюк Н.С.

Розглянуто методи управління термічним режимом Канівського водосховища в умовах екстремальних значень температури. Визначено, що найефективнішим підходом є виконання несинхронних попусків вище- і нижчерозташованих гідроелектростанцій.

Ключові слова: методи управління; термічний режим; Канівське водосховище.

Управление тепловым (термическим) режимом Каневского водохранилища

Вандюк Н.С.

Рассмотрены методы управления термическим режимом Каневского водохранилища в условиях экстремальных значений температур. Определено, что наиболее эффективным подходом является выполнение несинхронных попусков выше- и нижерасположенных гидроэлектростанций.

Ключевые слова: методы управления; термический режим; Каневское водохранилище.

The thermal regime management of the Kanev reservoir

Vandiuk N.S.

The thermal regime management methods of the Kanev reservoir in condition of temperature extremes have been considered. It has been determined that the most effective approach is carrying out of nonsynchronous discharges from up- and downstream hydropower station.

Keywords: management methods; thermal regime; the Kanev reservoir.

Надійшла до редколегії 07.02.11

УДК 556.166:535

Василенко Є.В., Дутко В.О.,

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України, м. Київ

Коноваленко О.С., Данько К.Ю.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВНУТРІШНЬОРІЧНОГО РОЗПОДЛУ СТОКУ РІЧКИ СТИР ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ЗМІН

Ключові слова: внутрішньорічний розподіл стоку, багатоводна фаза, маловодна фаза, багаторічні коливання водності.

Актуальність проблеми. Для басейну р. Стир властиве формування водопіль та паводків різного генезису. Головною задачею проведення програми НАТО «Наука заради миру і безпеки» в рамках проекту № # 983516 «Моніторинг і прогнозування повеней в басейні Прип'яті» є створення математичної моделі прогнозування максимальної водності р. Стир (Україна-Білорусь). Направлені зміни кліматичних характеристик, що відмічаються протягом останніх років, впливають, в першу чергу, на формування водності річки [4]. Також, врахування багаторічних циклів коливання стоку і його внутрішньорічний розподіл в практиці гідрологічних та водогосподарських розрахунків є важливим питанням з точки зору забезпечення водопостачання та можливості завбачення проходження катастрофічних гідрологічних явищ. Враховуючи багаторічні зміни стоку та особливості внутрішньорічного його розподілу необхідно створювати нові або корегувати старі водогосподарські схеми водокористування в даному басейні, так як від цього значною мірою залежить розрахункова кількість