

УДК 004.81:504.4.062.2

НОВИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДОГОСПОДАРСЬКИМ БАЛАНСОМ БАСЕЙНУ РІЧКИ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНИХ КАРТ

Мокін Віталій, Бондалетов Костянтин

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто задачу оптимального управління водогосподарським балансом басейну річки шляхом управління водокористувачами. Запропоновано новий підхід до розв'язання такої задачі з використанням технології системного аналізу на основі когнітивного моделювання та апарату синтезу управлінь за допомогою когнітивних карт. Запропоновано автоматизувати усі розрахунки та обробку вхідних даних на основі ГІС цього басейну.

Abstract

The problem of optimal control of river basin water management balance through water users management. A new approach of solving this problem is using the technology of system analysis based on the cognitive modeling and control synthesis tools by cognitive maps. The automation of all calculations and processing the input data are proposed based on the GIS of this region.

Вступ

Водна рамкова директива ЄС (EU Water Framework Directive 2000/60 / EC), яка є обов'язковою для виконання всіма країнами ЄС і країнами, що підписали угоду про Асоціацію (в Україні ця директива вступила в силу з 01.11.2014 р) вказує (Додаток 2, п. 1.4): «Держави-члени повинні збирати та зберігати інформацію щодо типу та розміру значних антропогенних тисків, яких можуть зазнавати поверхневі водні об'єкти у кожному районі річкового басейну». У тому ж пункті зазначається, що повинна проводитися «Оцінка та визначення впливу значного регулювання стоку, включаючи перекачування і відведення води, на загальні характеристики потоку та водний баланс». Такий баланс дозволяє врахувати критерії і принципи екологічної безпеки та концепції сталого розвитку, що вимагають збалансованого водокористування, котре не викликає погіршення екологічного стану природних вод, від якого, як правило, залежать всі інші екосистеми басейну річки.

Побудовою, прогнозуванням і оптимізацією водного і водогосподарського балансу займаються провідні наукові колективи як в Європі, так і у світі. Особливу актуальність в Європі має не класичний річний водогосподарський баланс району річки, тобто великої ріки, що впадає в море, а деталізований водогосподарський баланс з дискретизацією по місяцях і водогосподарських ділянках (ВД), на які розбивається район річкового басейну. Дискретизація в часі дозволяє краще врахувати нерівномірну динаміку гідрометеофакторів і здійснення водокористування по місяцях року (режими експлуатації водойм, зрошення, сезонні виробництва і т.п.). Останні дослідження показують, що при побудові і прогнозуванні такого балансу також слід враховувати вплив зміни клімату в басейні річки на зміну його природних складових.

У ВНТУ в 2012 р. на замовлення Державного агентства водних ресурсів України оптимізували водогосподарське районування України [1, 2]. У 2013 р. була розроблена методологія побудови водогосподарського балансу (ВГБ) для нетрансграничного басейну річки Південний Буг [2, 3]. Потім була створена аналогічна методика для трансграничного басейну р. Дністер, який розташований в Україні, Молдові та Польщі, у межах проекту «Зміна клімату і безпеку в басейні річки Дністер» більшого проекту «Зміна клімату і безпеку в Східній Європі, Центральній Азії та на Південному Кавказі», що виконується Європейською економічною комісією ООН і ОБСЄ під егідою ініціативи

Математичне моделювання

«Навколишнє середовище та безпека» (ENVSEC), за фінансової підтримки Інструменту стабільності Європейського Союзу та Австрійського агентства розвитку.

Для розрахунку ВГД (B) використовується рівняння [2, 3]:

$$B = W_{ex} + W_{бiч} + W_{нзв} + W_{зв} + W_{дом} \pm \Delta V \pm \Delta W_l - W_{вип} - W_{ф} - W_3 - W_{пер} - W_{вкр} - W_{кп}, \quad (1)$$

де W_{ex} – об'єм стоку, що надходить за розрахунковий період з вище розташованих ВГД; $W_{бiч}$ – об'єм стоку, що формується на розрахунковій ВГД (бічна приточність); $W_{нзв}$ – об'єм водозабору із підземних водних об'єктів, який здійснюється згідно чинного законодавства; $W_{зв}$ – об'єм зворотних вод на розрахунковій ВГД; $W_{дом}$ – дотаційний об'єм води на ВГД (зовнішні та внутрішньообасейнові перекидання); $\pm \Delta V$ – спрацювання (+), наповнення (–) ставків та водосховищ; $\pm \Delta W_l$ – втрати води при осіданні льоду на берегах при зимовому спрацюванні і/або повернення води в результаті танення льоду весною; $W_{вип}$ – втрати на додаткове випаровування та льодоутворення з водосховищ; $W_{ф}$ – фільтраційні втрати з водосховищ; W_3 – зменшення стоку річки, викликане забором гідравлічно-зв'язаних з нею підземних вод; $W_{пер}$ – перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД; $W_{вкр}$ – забір поверхневих вод; $W_{кп}$ – вимоги до стоку в замикаючому створі ВГД (комплексний попуск).

Головна мета побудови ВГБ – це синтез оптимального управління водогосподарським комплексом басейну річки шляхом управління водокористувачами (скиди і забори вод, перекидання стоку, режими роботи водосховищ та ін.). Особливістю цієї задачі є те, що існує чіткий правовий механізм впровадження цього управління на практиці через рішення міжвідомчих комісій по узгодженню режимів роботи водосховищ і управлінню водними ресурсами у басейнах річок України. Наприклад по р. Рось з ними можна ознайомитись на сайті: <http://buvrosi.com.ua/mizhvidomcha-komisija.html>. Фрагмент рішення такої комісії з цього сайту від 25 березня 2016 року подано на рис. 1.

Режим роботи водосховищ комплексного призначення на весняно-літній період 2016 року

№ п/п	Найменування водосховища	Проектні характеристики		Фактичні характеристики		Об'єм регулювання при пониженні рівня води на 0,5м, млн.м ³	Розрахункові санітарні витрати, м ³ /с
		відмітка НІР, м БС	об'єм води, млн.м ³	рівень води, м	об'єм води, млн.м ³		
1	2	3	4	5	6	7	8
р.Рось							
1	Косівське	177,00	9,62	177,04	9,77	1,890	0,35
2	Володарське	167,50	3,44	167,58	3,53	0,600	0,80
3	Південне	164,00	1,50	163,75	0,95	1,100	0,95

Рисунок 1 – Фрагмент рішення Міжвідомчої комісії по узгодженню режимів роботи водосховищ і управлінню водними ресурсами у басейні річки Рось за 25.03.2016 р.

На жаль, в даний час розв'язання поставленої задачі в Україні більше носить емпіричний характер. На основі гідрологічних розрахунків та правил експлуатації окремих водосховищ або їх каскаду в межах однієї річки (як у [4] для р. Південний Буг) робиться орієнтовний розрахунок режимів їх роботи. Однак, в масштабі усього басейну великої річки чи її водогосподарських ділянок таке обґрунтування не має системного характеру, не є науково обґрунтованим і може відхилитись від оптимального в гірший бік. А тому з метою прийняття оптимальних рішень при розв'язанні цієї проблеми ми пропонуємо використовувати технології системного аналізу із числа тих, які базуються на когнітивному моделюванні та апараті синтезу управліннь на основі когнітивних карт, запропонованому науковцями наукової школи академіка Згуровського М. З. та уже практично застосованому для розв'язання актуальних задач проблеми управління фінансовими потоками одним із провідних науковців цієї наукової школи, професором НТУУ "КПІ" Романенком В. Д. [5]. Адже і в нашій проблемі, спираючись на рівняння (1), можна побудувати когнітивну карту, яка матиме вигляд, приведений на рис. 2.

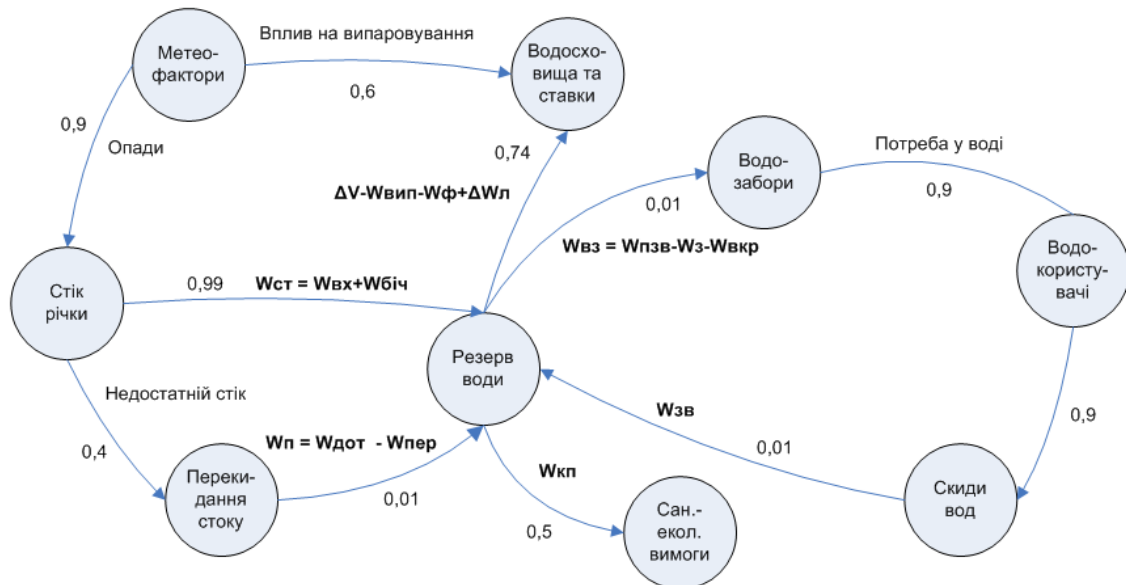


Рисунок 2 – Когнітивна карта водогосподарського балансу басейну річки за (1)

Цей підхід можна було б легко автоматизувати з використанням створених раніше в Науково-дослідній лабораторії екологічних досліджень та екологічного моніторингу ВНТУ і впроваджених у підрозділах Держводагентства України ГІС моніторингу та управління водними ресурсами басейнів річок Тиса, Дністер, Південний Буг, Прип'ять, Сіверський Донець та, окремо, Львівської, Рівненської, Вінницької, Кіровоградської, Миколаївської, Сумської, Полтавської областей [3].

Отже, запропоновано новий підхід до оптимального управління водогосподарським балансом басейну річки (великої чи середньої річки, чи його водогосподарської ділянки) шляхом управління водокористувачами з використанням технології системного аналізу на основі когнітивного моделювання та апарату синтезу управлінь за допомогою когнітивних карт. Запропоновано автоматизувати усі розрахунки та обробку вхідних даних на основі ГІС цього басейну.

Список використаних джерел:

1. Гребінь Василь Васильович. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук, В. К. Хільчевський та ін. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 63 с. (Фінансування за підтримки проекту ЄС).
2. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія / За редакцією В. А. Сташука; [В. А. Сташук, В. Б. Мокін, В. В. Гребінь, О. В. Чунарьов]. — Херсон : Грін Д. С., 2014. — 320 с.
3. Раціональне використання та відновлення водних ресурсів : монографія / М.О. Клименко, В. Б. Мокін, І. І. Овчаренко, А. М. Прищепта та ін. / За заг.ред. Фещенка В.П. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 250 с.
4. Інформаційна система для оптимального управління попусками каскаду водосховищ басейну Південний Буг / В. П. Лепеха, В. Б. Мокін, Є. М. Крижановський // Матеріали V НПК «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності», м. Яремче Івано-Франківської обл., НПП «Екологія наука техніка». – 2009. – С. 60-62.
5. Mikhail Z. Zgurowsky. Principles and Methods of Impulse Processes Control in Cognitive Maps of Complex Systems. Part 1 / Mikhail Z. Zgurowsky, Victor D. Romanenko, Yuriy L. Milyavskiy // Journal of Automation and Information Sciences. – Volume 48, 2016 Issue 3. – pages 36-45. – DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i3.40.