

ЯЦИК А.В.

УДК 504.4.062.2

ЯЦИК А.В., академік НААН України, докт. техн. наук, професор,
БОНДАРЧУК Д.С., аспірант
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ГОРИНЬ В МЕЖАХ ВПЛИВУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС

Результати оцінки впливу Хмельницької АЕС на водні ресурси басейну р. Горинь.



БОНДАРЧУК Д.С.

Вступ. Серед екологічних проблем, пов'язаних з експлуатацією АЕС, однією з найбільш значних є оцінка впливу атомних станцій на водні ресурси річок, на яких вони розташовані. Характерним прикладом у цьому відношенні в Україні є Хмельницька атомна електростанція (ХАЕС), з експлуатацією якої пов'язують ви-

никнення та загострення таких екологічних проблем, як зменшення водного стоку р. Горинь нижче Хмельницької АЕС, зниження рівнів ґрунтових вод у зоні впливу Гоцанського водозабору, погіршення якості поверхневих вод [3]. В зв'язку з тим, що у 2012 році Верховна Рада України ухвалила в цілому закон України "Про розміщення, проектування та будівництво енергоблоків № 3 і 4 Хмельницької атомної електричної станції" питання щодо раціонального використання водних ресурсів басейну р. Горинь в межах експлуатації даного об'єкту є досить актуальним.

Метою даного дослідження було здійснення оцінки використання водних ресурсів в басейні р. Горинь в межах впливу Хмельницької атомної електростанції за умови роботи 2-х 3-х та 4-х енергоблоків.

Об'єктом досліджень є використання водних ресурсів басейну р. Горинь в межах впливу Хмельницької АЕС.

Методика досліджень. Оцінка використання водних ресурсів басейну р. Горинь в межах впливу ХАЕС включає: 1) динаміку об'ємів використання водних ресурсів; 2) загальне водоспоживання, водовідведення та безповоротне водоспоживання при роботі двох, трьох та чотирьох енергоблоків; 3) розрахунок водогосподарських балансів.

Результат досліджень. Добудова третього та четвертого енергоблоків Хмельницької АЕС, що має здійснитись наприкінці 2020 року є на сьогодні одним з найважливіших питань розвитку енергетики в Україні. Враховуючи значну потужність блоків (1 млн. кВт) важливим є їх вплив на достатність водних ресурсів, для задоволення потреб основних споживачів.

Хмельницька АЕС розташована на правому березі р. Горинь, майже на кордоні Хмельницької та Рівненської областей. На даний час діє два енергоблоки з реактором типу ВВЕР потужністю 1 млн. кВт кожний.

Для технологічних потреб ХАЕС, а саме — охолодження циркуляційної води створено водосховище на р. Гнилий Ріг, що є притокою р. Вілія, яка впадає в р. Горинь. Технічні характеристики водосховища: нормальний підпірний рівень — 203,0 м.; площа дзеркала — 20,0 км², повний об'єм — 120 млн.м³, корисний — 88 млн.м³ [3].

Основні гідрологічні характеристики річного стоку визначені на підставі даних спостережень в створах гідрологічних постів Ямпіль, Оженин та Деражне. Стік, який фіксується гідрологічними постами є побутовим і залежить від господарської діяльності в басейні. У зв'язку з цим в роботі [5] було виконано відновлення його природного стану. Крім того, здійснено приведення рядів стоку до єдиного багаторічного періоду. Зміна природного середнього багаторічного стоку в басейні р. Горинь під впливом господарської діяльності незначна і коливається від 0,2 % до 2 %. У результаті розрахунків отримані величини середнього багаторічного стоку в створі г/п Ямпіль становлять 6,09 м³/с, в створі г/п Оженин — 25,0 м³/с, створі г/п Деражне — 38,6 м³/с.

Сумарні прогнози ресурси підземних вод на вивченій частині басейну р. Горинь оцінені в кількості 907,7 млн. м³/рік, в тому числі 134,6 млн. м³/рік затверджені Державними комісіями запасів України. Головна частина ресурсів підземних вод (близько 90%) пов'язана з верхньокрейдяним і верхньопротерозойським горизонтами і їх комплексами [2].

В розглянутій частині басейну р. Горинь водогосподарський комплекс використовується промисловістю, зокрема електроенергетикою, житлово-комунальним та сільським господарством. Водопостачання відбувається переважно за рахунок підземних вод, поверхневі води використовують для технічного водопостачання Хмельницької АЕС та частково для виробничих потреб невеликих і середніх підприємств.

Для детальної оцінки кількісних характерис-



тик використання водних ресурсів в межах досліджуваної території дані надані по розрахунковим створам. На території басейну розташовано дев'ять розрахункових створів, в межах впливу ХАЕС (Рис. 1) знаходяться створи 1–6.

Для оцінки використання водних ресурсів за умови введення енергоблоків № 3 та № 4, ВАТ "Київським науково-дослідним і проектно-конструкторським інститутом "ЕНЕРГОПРОЕКТ" в роботі [4] був виконаний експертний аналіз динаміки використання води на різні потреби в басейні р. Горинь на ділянці від витoku до кордону Рівненської області (Табл. 1).

Аналіз наведених даних свідчить про те, що серед усіх галузей економіки найбільшими водоспоживачами на території досліджуваного району є промисловість, зокрема електроенергетика (73,8 %), та житлово-комунальне господарство (22,8 %). Частка споживання водних ресурсів сільським господарством незначна і становить близько 2,5 %.

На перспективу при введенні третього енергоблоку ХАЕС величина загального водоспоживання збільшиться до 97,5 млн. м³, а безповоротні втрати становитимуть 87,8 млн. м³. За умови введення 4-го енергоблоку ХАЕС прогнозується обсяг загального водоспоживан-

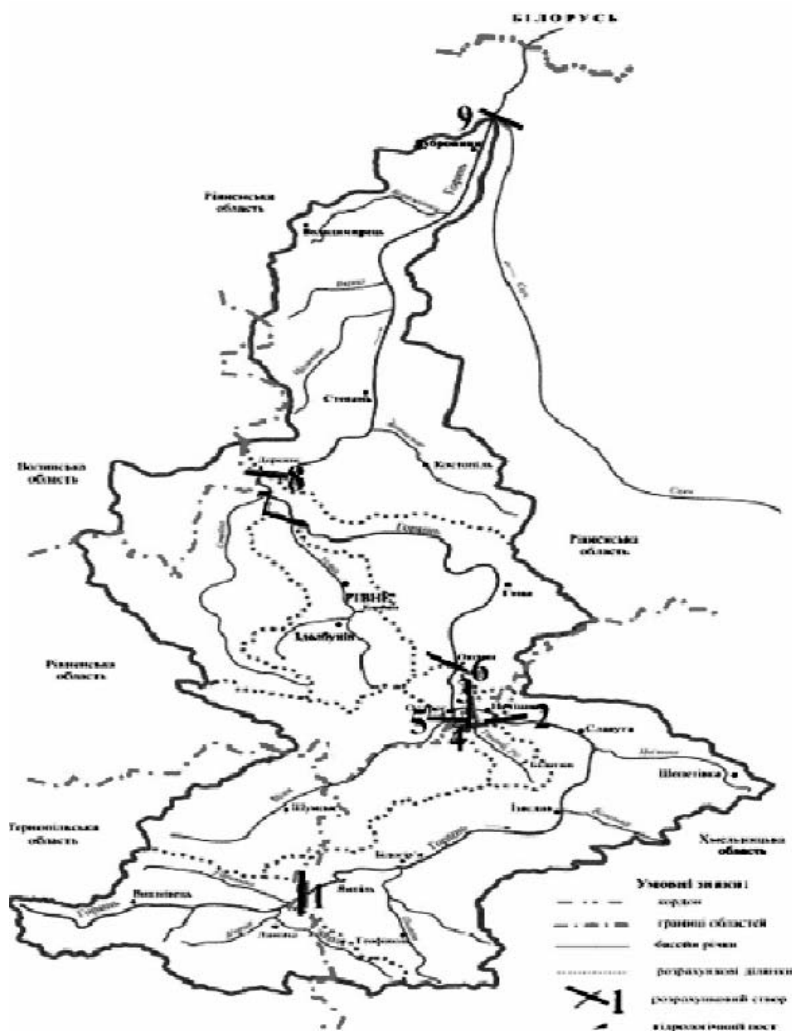


Рис. 1. Схема розташування розрахункових створів в басейні р. Горинь

Таблиця 1. Динаміка об'ємів водоспоживання в басейні р. Горинь за 1990-2005 рр. (створи 1-6), млн. м³

Роки	Галузі господарства					Всього
	Господарсько-побутове	Промисловість	Зрошення	Сільське господарство	Інше	
1990	15,44	39,15	0,10	10,42	0	65,11
1991	16,27	38,48	0,03	9,5	0	64,28
1992	15,34	38,45	0,40	15,54	0,2	69,78
1993	15,09	39,73	0,25	12,66	0	67,73
1994	15,51	36,9	0,25	12,68	0,2	65,36
1995	16,87	33,82	0	9,23	0	59,92
1996	15,74	34,03	0	9,22	0	58,99
1997	15,38	26,54	0	8,25	0	50,11
1998	16,49	39,26	1,44	4,05	0	61,24
1999	12,66	44,36	1,61	6,64	0	65,27
2000	12,16	44,22	1,96	5,43	0	63,77
2001	10,43	42,39	1,84	1,98	0	56,64
2002	11,29	34,63	0	1,79	0	47,71
2003	11,07	34,97	0	1,3	0,001	47,34
2004	9,96	32,28	0,001	1,22	0,001	43,46
2005	9,71	37,5	0,001	1,10	0,008	48,32



ня 128,2 млн. м³ з безповоротними втратами в 113,3 млн. м³.

Введення в експлуатацію енергоблоків № 3 та № 4 призведе до прогнозованого збільшення обсягів скидів підігрітої води у ВО. При цьому підвищиться температура води, особливо в активній зоні водойми, і як наслідок, збільшиться додаткове випаровування.

Величина втрат на випаровування з площі дзеркала водойми-охолоджувача складається з природного та додаткового випаровування, пов'язаного з підвищеною температурою активної зони водосховища, куди потрапляє вода після охолодження агрегатів атомної станції, температура якої значно вище природної і залежить від кількості та режиму працюючих агрегатів.

Таблиця 2. Загальне водоспоживання, водовідведення та безповоротне водоспоживання в досліджуваному регіоні (створи 1-9), млн. м³

№ створу	Розрахунковий створ	Загальне водоспоживання	Водовідведення	Безповоротне водоспоживання
За умови роботи двох енергоблоків ХАЕС				
1	Горинь - кордон Тернопільської та Хмельницької областей	1,8	0,11	1,74
2	Горинь - м. Нетішин	11,67	5,26	6,41
3	Горинь - кордон Хмельницької та Рівненської областей	10,39	0	10,39
4	Гнилий Ріг - гирло	35,1	0	45,1
5	Вілія - вище впадання р. Гнилий Ріг	3,05	0,24	2,81
6	Горинь - г / п Оженин	0,51	0,006	0,50
	Разом в зоні АЕС	62,6	5,6	57,0
7	Устя - гирло	30,4	11,9	18,5
8	Горинь - г/п Деражне	19,0	21,1	-3,1
9	Горинь - вище впадання р. Случ	10,5	2,47	8,03
	Разом в створах	59,8	36,5	23,3
	Разом в регіоні	122,4	42,1	80,3
За умови роботи трьох енергоблоків ХАЕС				
1	Горинь - кордон Тернопільської та Хмельницької областей	4,28	0,18	4,10
2	Горинь - м. Нетішин	22,5	9,32	13,27
3	Горинь - кордон Хмельницької та Рівненської областей	14,3	-	14,3
4	Гнилий Ріг - гирло	51,7	-	51,7
5	Вілія - вище впадання р. Гнилий Ріг	3,57	0,30	3,27
6	Горинь - г/п Оженин	1,09	-	1,09
	Разом в зоні АЕС	97,5	9,71	87,8
7	Устя - гирло	40,5	15,8	24,7
8	Горинь - г / п Деражне	26,2	27,3	-0,7
9	Горинь - вище впадання р. Случ	14,0	5,48	10,05
	Разом в створах	81,2	46,5	34,7
	Разом в регіоні	178,7	56,3	122,4
За умови роботи 4-х енергоблоків ХАЕС				
1	Горинь - кордон Тернопільської та Хмельницької областей	6,16	0,25	5,91
2	Горинь - м. Нетішин	32,3	14,2	18,1
3	Горинь - кордон Хмельницької та Рівненської областей	19,3	-	19,3
4	Гнилий Ріг - гирло	65,0	-	65,0
5	Вілія - вище впадання р. Гнилий Ріг	4,0	0,42	3,58
6	Горинь - г/п Оженин	1,47	-	1,47
	Разом в зоні АЕС	128,2	14,9	113,3
7	Устя - гирло	51,6	20,6	31,0
8	Горинь - г/п Деражне	33,6	34,1	-0,5
9	Горинь - вище впадання р. Случ	16,9	4,48	12,4
	Разом в створах	102,1	59,2	42,9
	Разом в регіоні	230,3	74,1	156,2

Примітка. Негативні величини безповоротного водоспоживання пояснюються значними скидами води підприємствами м. Рівного (р. Устя, створ 7) на очисні споруди заводу "Рівнеазот", розташованого в басейні р. Горинь



Природне випаровування з поверхні водойми-охолоджувача за даними ХАЕС становить 11,90 млн. м³, додаткове змінюється від 23,2 млн. м³, при роботі двох енергоблоків, до 53,1 млн. м³ – при роботі чотирьох енергоблоків.

З метою визначення достатності водних ресурсів для господарсько-питного та технічного водопостачання, а також можливості забезпечення санітарних витрат в умовах маловодного року з ймовірністю перевищення 95%, ВАТ "Укрводпроект" були проведені розрахунки водогосподарського балансу (ВГБ) [5]. ВГБ виконано для 6-ти розрахункових створів (Рис.1), розташованих у верхів'ї р. Горинь від витoku до гідрологічного поста Оженин, які характеризують водозабезпеченість об'єктів у зоні ХАЕС. Оскільки нижче позначеної зони є досить потужні водоспоживачі (м. Рівне, значні площі зволоження в нижній частині басейну р. Горинь), які використовують водні ресурси р. Горинь, виконана експертна оцінка додатково для 3-х створів, які характеризують забезпеченість водними ресурсами нижче розташованих водоспоживачів.

Проведені розрахунки на період до 2020 року підтвердили, що введення в експлуатацію енергоблоків № 3, № 4 ХАЕС призведе до виникнення дефіциту водних ресурсів в межах безпосереднього впливу атомної електростанції.

Зокрема дефіцит водних ресурсів виявлено в створі 3 (Горинь – кордон Хмельницької та Рівненської областей) (Табл. 3) та створі 4 (Гнилий Ріг – гирло) на всіх розрахункових рівнях в

Таблиця 3. Розрахунок водогосподарського балансу р. Горинь у створі 3

Забезпеченість, P, %	2006 р.		2015 р.		2020 р.	
	надлишок	дефіцит	надлишок	дефіцит	надлишок	дефіцит
75	209,3 73,8	-	185,5 56,3		168,2 42,2	
95	90,9 34,7	-4,9	75,6 17,2	-8,6	56,3 3,3	-11,6
97	67,09 24,4	-7,7	51,7 6,82	-11,4	41,1 0,10	-16,0

Примітка: чисельник - сумарний надлишок за рік, знаменник - за березень, квітень.

дуже маловодні роки (P = 95 % і P = 97 % забезпеченості). Виникнення дефіциту водних ресурсів в створі 3 пов'язують із завищеною величиною санітарної витрати, встановленої в розмірі 6,0 м³/с, у той час, як спостережувані витрати в цьому створі становлять 3,2 м³/с, а також із збільшенням безповоротного споживання ХАЕС.

В результаті розрахунку водогосподарського балансу для різних умов у створі 4, до якого прив'язано безповоротне водоспоживання Хмельницької атомної станції, виявлено дефіцит, для погашення якого необхідне спрацювання водосховища. Спрацьований обсяг може бути відновлений частково акумуляцією стоку р. Гнилий Ріг, а також – поповненням стоку з р. Горинь (лише в березні і квітні).

При роботі чотирьох енергоблоків в роки з 97% забезпеченістю стоку для поповнення спрацьованого обсягу водосховища ХАЕС дефіцит водних ресурсів складатиме 7,1 млн. м³ (45,4 – 1,3 – 37 = 7,1 млн. м³) (Табл. 4).

Висновок. Аналіз наведених даних дає можливість зробити висновок, що введення в експлуатацію енергоблоків № 3 та № 4 ХАЕС призведе до прогнозованого збільшення обсягів використання водних ресурсів. В тому числі і до збільшення безповоротного водоспоживання, от-

Таблиця 4. Величини можливого дефіциту, акумуляції стоку р. Гнилий Ріг та поповнення з р. Горинь, млн. м³

Забезпеченість, %	Виявлений дефіцит	Спрацювання водосховища	Акумуляція стоку р. Гнилий Ріг	Поповнення з р. Горинь
За умови роботи двох енергоблоків				
75	-16,8	16,8	9,4	7,4
95	-20,1	20,1	7,4	12,7
97	-20,9	20,9	6,0	14,9
За умови роботи трьох енергоблоків				
75	-29,5	29,5	5,5	24,0
95	-33,0	33,0	3,7	29,3
97	-34,0	34,0	2,5	31,5
За умови роботи чотирьох енергоблоків				
75	-39,9	39,9	3,3	36,6
95	-43,8	43,8	1,9	41,9
97	-45,4	45,4	1,3	37,0



же річка безповоротно втратить значний об'єм поверхневого стоку. Як правило, забір води здійснюють в період повені або паводків, що негативно впливає на водний режим і руслові процеси ріки та в цілому позначається на функціонуванні річкової екосистеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А., Пашенюк І.А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: підручник для студ. — К.: Генеза, 2007. — 360 с.
 2. Хільчевський В.К., Ромась М.І., Чунарьов О.В., та ін. Гідроекологічний стан басейну Горині в районі Хмельницької АЕС/за ред. В.К. Хільчевського. К— Ніка-центр, 2011.—175 с.

3. Оцінка сучасного рівня антропогенної трансформації екосистеми р. Горинь і розробка заходів по відновленню природної рівноваги басейну: звіт про НДР / УНДІВЕРП; керівн. А.В. Яцик; викон.: Л.Б. Бишовець [та ін.]. — Київ, 2004. — 116 с.
 4. Хмельницькая АЭС. Технико-экономическое обоснование сооружения энергоблоков №3,4. Том 13. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Часть 7. Водная среда. Поверхностные воды. 43-814.203.004.ОЭ.13.07/ ОАО "Киевский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "ЭНЕРГОПРОЕКТ" — Киев, 2011. —214 с.
 5. Обстеження та оцінка технічного стану водосховища-охолоджувача для підготовки будівництва енергоблока №3, 4 ОП "Хмельницька АЕС". Водогосподарські баланси р. Горинь. ВАТ "Укрводпроект", Київ 2007, — 161 с.

© Яцик А.В., Бондарчук Д.С., 2014



УДК 551.312:551.46

ТИМЧЕНКО В.М.



ХОЛОДЬКО О.П.

ТИМЧЕНКО В.М., докт. геогр. наук, рук.лаб.,
ХОЛОДЬКО О.П., вед. инж. лаб. гидрологии
 и управления водными экосистемами
 Институт гидробиологии НАН Украины

ВЗВЕШЕННОЕ ВЕЩЕСТВО И ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Приведены показатели седиментационного режима Киевского водохранилища: оценены динамика и баланс взвешенного в воде вещества и на основании проведенных натурных исследований установлены состав, свойства и распределение донных отложений.

Киевское водохранилище, как верхнее в каскаде днепровских водохранилищ, принимает сток Днепра и Припяти, который приносит сюда большое количество взвешенных и влекомых наносов. Источником твёрдых примесей в воде водохранилища являются также материалы переработки берегов, дна и островов, а также продукты разложения высшей водной растительности и планктонных организмов. На этих взвесах сорбирована преобладающая часть загрязняющих водоём веществ (до 80—90 % валового содержания), в том числе тяжёлые металлы, органические соединения — пестициды, нефтепродукты, фенолы, СПАВ [2], а также радионуклиды. Твёрдый материал мигрирует по акватории и осаждается (седиментирует), формируя донные отложения. Некоторое его количество проходит водоём транзитом.

Количественное соотношение процессов транзита и седиментации взвешенных веществ и особенности формирования комплекса донных отложений в Киевском водохранилище в последние годы (и даже десятилетия) несколько выпали из поля зрения исследователей. Лишь в 2010—

2011 гг. авторам, совместно со специалистами гидрохимического и радиоэкологического профилей Института гидробиологии НАН Украины при финансовой поддержке Европейского банка реконструкции и развития удалось провести две экспедиции, результаты которых отражены в монографии [11] и нескольких тематических научных статьях [1, 13, 14]. Предлагая журналу "Гидроэнергетика Украины" статью по указанной теме, авторы исходят из того очевидного факта, что изложенная информация может и, вероятно, должна заинтересовать читателей — специалистов гидроэнергетической отрасли страны. Кроме того, эта работа некоторым образом является актом благодарности за постоянное внимание ПАО "Укрэнерго" к проблемам экологического состояния днепровских водохранилищ.

В верхнюю часть водохранилища со стоком Припяти и Днепра поступает взвешенное вещество в виде тонкодисперсных частиц минерального и органического происхождения. При больших скоростях стоковых течений, в основном в период весеннего половодья, одновременно с первыми переносятся и частицы крупного песка, а также остатки наземной и болотной растительности. Количество таких поступлений (их называют аллохтонными) очень непостоянно. Существуют определённые сложности в их оценке. Связано