

The improvement of ice forecast for the Ukrainian rivers on basis of methods of multivariate statistical analysis

Loboda N.S., Sirencu A.M.

To show of basic physical processes, which influence on ice formation and extract quantitative indexes, related to these processes, the method of factor analysis was applied. Key characteristics of ice forming to forecast ice phenomenon were identified on base of the physical interpretation of the factors. One of major characteristics of process of ice formation there are indexes North–Atlantic oscillation of the autumn season. In accordance to the results of factor analysis the discriminator was constructed, it is a crucial rule in predicting the ice. Probability of the verification forecast is 91%.

Keywords: hydrological forecasts; ice phenomena; North–Atlantic oscillation; factor analysis; discriminator.

Надійшла до редколегії 22.02.10

УДК 504:658.562

Дубняк С.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ БЕРЕГОЗАХИСТУ НА
ВЕЛИКИХ РІВНИННИХ ВОДОСХОВИЩАХ**

Ключові слова: водосховище, водна екосистема, берегова зона, берегозахисні заходи, техногенна берегова екосистема

Актуалізація проблеми. Будівництво водосховищ на рівнинних річках за аналогією з природними катаклізмами відбувається за порівняно короткий проміжок часу, коли загата (гребля) припиняє течію річки і призводить до заповнення річкової долини водою та підтоплення значних прибережних територій. Так створення каскаду з шести дніпровських водосховищ призвело до значного підняття рівнів поверхневих і ґрунтових вод протягом 1-2 років і, як наслідок, до затоплення 694,8 тис.га і підтоплення 93,5 тис.га прибережних земель. На сьогодні системами інженерного захисту у прибережній зоні дніпровських водосховищ захищено 290 тис.га земель. Водночас площа незахищених від затоплення територій (мілководь) на Дніпровському каскаді складає 133 тис.га, майже 54 тис.га з них знаходяться в незадовільному екологічному стані, близько 48 тис.га підтоплених земель також доцільно захистити від шкідливого впливу вод [1-3].

Підвищення урізу води в р.Дніпро у верхніх б'єфах кожного з водосховищ призвело до різкого і значного підняття відповідних місцевих базисів ерозії. Утворилась нова берегова лінія загальною протяжністю близько 3,5 тис.км. Третина периметру нового урізу води у водосховищах

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.3(20)

зазнає активного руйнування денудаційними, особливо абразійними і ерозійними процесами, і потребує захисту.

Населені пункти і господарські об'єкти, розташовані вздовж берегової лінії водосховищ, після наповнення кожного з них потрапляють в зони активізації негативних процесів і явищ. Ці зони відносяться до територій з особливим режимом користування. В юридичній і технічній літературі вони отримали назву „зон заборони чи обмеження нового капітального будівництва”, „зон виносу будівель і обов'язкового переселення населення”. Користування такими територіями можливе лише за умови ліквідації або обмеження несприятливих процесів у береговій зоні водосховищ чи планового управління ними. Особливо актуальні ці питання в межах населених пунктів.

Берегові зони водосховищ в межах міст захищають від шкідливої дії вод (затоплення, підтоплення, руйнування прибережних земель). Найбільш капітальними (а, отже, і найдорожчими) берегозахисними спорудами є укріплення типу вертикальних укісних і ступінчатих набережних, причальних і підпірних стінок, дамб обвалування з дренажами тощо.

Берегозахисні споруди включаються до комплексу заходів щодо раціонального використання і охорони берегів, які об'єднуються терміном „заходи щодо інженерного захисту берегів і прибережних територій від шкідливої дії вод водосховищ”. Реалізація цього комплексу заходів на територіях населених пунктів і господарських об'єктів відноситься до „інженерної підготовки території”. Вона мінімізує прояви берегового процесу (транзитні течії води і потоки наносів, стоячі хвилі, розмив дна на відмілинах і акумуляцію наносів), або сприяє перетворенню абразійного чи ерозійного берега в аналог денудаційного берега в скельних породах.

Поза межами населених пунктів і господарських об'єктів берегозахисні заходи на водосховищах обмежуються, як правило, адміністративно-організаційними (регулювання режиму використання прибережних територій) і агро-лісотехнічними (залуження і заліснення прибережних територій, біологічне кріплення схилів і відмілин). Інженерний захист берегів і прибережних територій при цьому виконується лише в особливих випадках (захист цінних лісових і земельних угідь, пам'яток природи, рекреаційних об'єктів тощо).

Питанням раціонального використання і охорони берегів великих водосховищ колишнього СРСР була присвячена спеціальна Всесоюзна нарада учених і господарників, проведена в 1979 році в м. Черкаси. Матеріали наради послужили науково-методичною основою для розробки у 80-х роках минулого століття схем поліпшення природно-технічного стану водосховищ та їх прибережних водоохоронних зон (смуг) на 46 найбільших водосховищах СРСР. Результати цих робіт проаналізовані та узагальнені в [2], а стосовно водосховищ Дніпровського каскаду – в [3]. В складі зазначених схем викладено матеріали досліджень і вишукувань на берегах і в акваторіях водосховищ та розроблено пропозиції щодо їх захисту, раціонального використання і охорони.

Уже тоді наголошувалось на необхідності екологічно обґрунтованих, системних підходів до розробки і реалізації заходів щодо поліпшення технічного і природного (екологічного) стану водосховищ і, зокрема, до таких їх найбільш вагомих з економічної і екологічної точок зору елементів як інженерний захист берегів і прибережних територій – з одного боку, та охорона вод від забруднення і засмічення – з іншого [2]. З цією метою було запропоновано об'єднати водоохоронні і берегоохоронні заходи шляхом встановлення та інженерного і біотехнічного впорядкування прибережних територій з регульованою господарською діяльністю – водоохоронних зон і прибережних захисних смуг [3, 4]. Саме цей підхід було закріплено в радянському, а пізніше і в українському, законодавстві та в нормативно-методичній літературі. На таких засадах були підготовлені за участю автора статті пропозиції щодо проведення берегозахисних заходів і встановлення водоохоронних зон на дніпровських водосховищах [3] до Національної програми оздоровлення Дніпра (1997 р.), а також до Загальнодержавної програми розвитку водного господарства України (2002 р.). Частина цих заходів успішно реалізована на окремих ділянках дніпровських водосховищ.

Однак, уже в 90-х роках минулого століття відбулися події, які обумовили необхідність пошуків нових підходів до освоєння прибережних територій великих водосховищ та охорони природних ресурсів в їх межах. Схвалений ООН Порядок денний на XXI століття (1992 р.) передбачав перехід до екосистемного природокористування, основною умовою якого є збереження біорізноманіття і повне відтворення використаних природних ресурсів. Водна Рамкова Директива Європейського Союзу, прийнята в 2000 р., визначила основні напрямки нової водної політики, пріоритетами якої є досягнення доброї якості води і забезпечення стійкого екологічного стану водних об'єктів.

Для визначення та класифікації екологічного стану озер, річок і водосховищ Директивою ЄС встановлено поряд з екологічними елементами якості води гідроморфологічні та хімічні (фізико-хімічні) елементи, які підтримують біологічні елементи. До гідроморфологічних елементів віднесено гідрологічний режим водних об'єктів та їх морфологічні умови, зокрема коливання глибин, підстилаючі воду породи і структуру берега та ложа.

Верховна Україна схвалила обидва названі документи, з їх урахуванням прийняла Загальнодержавну програму розвитку водного господарства України (2002 р.). Законом України „Про забудову територій” (2000 р.) обумовлено містобудівне архітектурно-планувальне значення гідротехнічних споруд, в тому числі споруд, що виконують інженерний захист територій. Отже, берегозахисні заходи і споруди на сьогодні повинні служити не лише засобами боротьби з шкідливою дією води на береги водосховищ і річок, на яких вони збудовані, а водночас виконувати і водоохоронні функції (бути елементами водоохоронних зон) та служити основою архітектурно-планувальних рішень на прибережних територіях.

Берегоукріплювальні споруди разом з їх смугами відведення необхідно облаштувати таким чином, щоб вони могли служити бар'єром на шляху забруднень, які можуть надійти із суші у водойму, оскільки згідно з водним і земельним законодавством ці споруди та їх смуги відведення віднесено до земель водного фонду натомість прибережним захисним смугам [5]. У відповідності з будівельним законодавством берегові зони (споруди і прилеглі до них смуги їх відведення та відмілини) повинні виконувати функції набережних, причальних стінок, зелених зон, пляжів тощо.

Виконання водночас і в одному місці берегозахисних, водоохоронних і планувальних функцій системами берегозахисту вимагає вивчення, оцінки і врахування положення і ролі цих систем в екосистемі водосховища взагалі та в його структурних елементах (зона мілководь і берегова зона) на різних стадіях (етапах) їх експлуатації. Не менш важливою є еколого-гідроморфологічна оцінка умов і провідних факторів впливу на берегозахисні заходи і засоби, а також їх впливу на стан екосистеми водосховища. Завдяки еколого-гідроморфологічним дослідженням берегових систем дніпровських водосховищ [6, 7, 8] можна охарактеризувати екологічні (біотичні і абіотичні) особливості берегозахисних споруд і заходів на великих рівнинних водосховищах.

Результати досліджень та їх обговорення. На відміну від берегів морів, озер і річок берегозахисні споруди на водосховищах можна будувати ще до початку їх заповнення („посуху”). Всього на шести дніпровських водосховищах протягом періоду їх будівництва було зведено близько 315 км водообмежувальних дамб, які також виконують берегозахисні функції, та 88,39 км берегів було закріплено [3]. За період експлуатації дніпровських водосховищ закріплено 460 км берегів (див. табл. 1).

Таблиця 1. Довжина закріплених берегів дніпровських водосховищ станом на 2009 р.

Водосховище	Довжина, км				
	Загальна	За період будівництва			За період експлуатації
		Дамби	Берегоукріплення	Всього	
Київське	112,4	74,4	6,3	80,7	31,7
Канівське	136,3	68,8	4,3	73,1	63,2
Кременчуцьке	147,7	82,7	8,8	91,5	56,2
Дніпродзержинське	141,5	60,3	0,4	60,7	80,8
Дніпровське	116,0	-	54,2	54,2	61,8
Каховське	203,0	28,1	8,3	36,4	166,6
Всього по каскаду	856,9	314,3	82,3	396,6	460,3

Із загальної протяжності 3079 км берегів водосховищ Дніпровського каскаду на сьогодні закріплено 857 км берегів (28% периметру). Нейтральні (1110 км) і акумулятивні (120 км) береги захисту на потребують. Решта берегів (1047 км) відносяться до абразійних та ерозійних. Біля 300 км цих берегів були рекомендовані [3] до захисту різними видами берегоукріплень. Пізніше ці рекомендації були уточнені і доповнені автором з урахуванням

викладених тут підходів на конкретних ділянках дніпровських водосховищ [7, 11, 13].

Берегоукріплення виконувались на різних ділянках водосховищ в основному для захисту населених пунктів, об'єктів відпочинку, орних і присадибних земель. Загальна площа збережених від руйнування земель складає 1680 га [3].

Вивчення досвіду захисту берегів на дніпровських водосховищах показало, що його доцільно виконувати на стадії абразійно-аккумулятивного вирівнювання берегової лінії, коли вже сформувались берегові відмілини і системи берегів. На цей час берегові гідроморфологічні процеси стабілізуються, берегові відмілини, що сформувались, гасять енергію хвиль і течій.

Захист берегів водосховищ на цій стадії дозволяє найбільш повно врахувати гідроморфологічні особливості берегової зони як в районі захисту, так і на прилеглих ділянках, і забезпечити екосистемні підходи до їх обґрунтування. Ділянки берегозахисту пропонується розглядати як структурно-функціональні елементи берегової зони водосховищ. Остання, як уже зазначалось нами [10], входить до екосистеми водосховища в якості екотону. Ділянки захисту берега разом із смугами відведення, вибрані з урахуванням поділу берегової зони на окремі системи берегів, можна розглядати як екосистеми третього порядку на межі між водними і береговими екосистемами. Бар'єрне екосистемне положення берегозахисних споруд та їх смуг відведення визначає їх охоронне значення для берега як природного ресурсу, чи елемента природного середовища – буферної зони між водоймою і сушею.

Охорона берегів – це також комплекс заходів, спрямованих на підвищення естетичної цінності берегових ландшафтів і створення комфортних умов для життя і діяльності людей. Берегозахисні споруди і заходи повинні не лише охороняти існуючі і новостворені берегові ландшафти. Їх необхідно проектувати таким чином, щоб вони могли виступати техногенним абіотичним фактором водних екосистем. Останнє означає можливість управляти береговим процесом в потрібному екосистемному напрямку. Важливо підкреслити, що коли основні гідродинамічні і гідроморфологічні елементи берегової зони (вздовж- і попереkbерегові потоки наносів, поля енергії хвиль і течій, місця розмиву і седиментації наносів, конфігурація берегових уступів і відмілин) уже сформувались, то деформації берегів усувати набагато простіше і ефективніше, ніж на момент заповнення водосховища.

Особливої уваги на берегах водосховищ заслуговують такі санітарно-гігієнічні і управлінські заходи як встановлення водоохоронних і прибережних захисних смуг та зон обмеження нового капітального будівництва. Водоохоронні зони встановлюються для запобігання забрудненню і засміченню води [3]. Ширина цих зон визначається довжиною шляху самоочищення поверхневих і ґрунтових вод [9]. Довжину цього шляху можуть значно скоротити природні біофільтри – лісосмуги, перелоги і луки, а

також водоохоронне регулювання (обмеження забруднень). З іншого боку, в місцях берегозахисту виникає можливість спеціальними засобами перехопити і ліквідувати потенційні джерела і шляхи надходження забруднень за допомогою інженерного та біотехнічного впорядкування берегоукріплень та їх смуг відведення. Тому на ділянках берегозахисту натомість прибережним захисним смугам водоохоронні функції законодавчо покладено на берегоукріплення та їх смуги відведення [5].

Там, де забудова прибережних територій неприпустима в зв'язку із шкідливою дією вод, раніше законодавчо встановлювалась зона обмеження нового капітального будівництва. Ширина цієї зони в цілому та її підзон (виносу об'єктів і переселення населення) визначалась за прогнозами переробки берегів і підтоплення земель на 10 і 50 років. Ширина зони обмеження нового будівництва на великих водосховищах може досягати декількох сот метрів. Наприклад, на дніпровських водосховищах вона складає 50-600 м.

Новим законом України „Про забудову територій” (2000 р.) встановлення таких зон на водосховищах не передбачене, але ще в радянські часи склалась практика уточнення цих зон на водосховищах (на основі уточнення прогнозів переробки берегів і планів землекористування) в зв'язку з відведенням прибережних земель для селітебного, промислового, дачно-рекреаційного використання.

Перегляд раніше встановлених прибережних захисних смуг на дніпровських водосховищах та їх трансформація в смуги відведення берегоукріплень почалися ще в 70-80-х роках минулого століття. Особливий імпульс отримали ці роботи в останні 15 років в зв'язку зі змінами земельного, екологічного та водного законодавства України [5] та інтенсивним освоєнням прибережних земель під індивідуальну, котеджну, дачну та рекреаційно-оздоровчу забудову [7]. Ряд таких робіт щодо науково-технічного, екологічного та проектного обґрунтування освоєння прибережних територій р.Дніпро виконано під науковим керівництвом автора статті на Канівському водосховищі (озера Видубицьке і Вирлиця, затока Берківщина, протока Шулягівка), на р.Десна в районі сіл Пухівка, Зазим'є та ін. Частина результатів цих робіт опублікована [11, 13].

Характерна особливість перерахованих вище робіт – це уявлення про системи берегозахисту на водосховищах як про складні, але цілісні техногенні екосистеми в складі берегової зони водосховищ. Функціонально ці техногенні екосистеми повинні бути максимально наближені до природних берегових екосистем – берегів-аналогів за гідроморфологічним типом – динамічно стійкий чи стабілізований берег, за розташуванням в просторі – області живлення, транспорту чи розмиву, а також за стадіальними особливостями розвитку берегової зони – стадія абразійно-аккумулятивного вирівнювання чи динамічної рівноваги. Введення в науковий вжиток поняття „техногенна берегова екосистема”, що пропонується, означає перехід від систем захисту берегів (споруди і заходи) до моделювання

берегових екосистем, здатних водночас виконувати функції захисту берегів, водоохоронні і соціальні функції.

Із всього різноманіття берегів водосховищ в якості аналогів техногенним екосистемам берегозахисту можуть служити: берегові кліфи із стійких до розмиву порід – підпірні стінки, банкети та інші пасивні споруди, які не змінюють свою конфігурацію з часом; піщані і галечні пляжі – штучні пляжі із цих же матеріалів; бухтові і шхерні береги, пересипи, стрілки, бари, перейми тощо – активні споруди, які можуть пристосовуватися до гідроморфологічних особливостей берегової зони і цим самим дозволяють управляти береговим процесом.

Створення техногенних систем берегозахисту у вигляді берегів-аналогів дозволяє перетворювати нестійкі природні береги у статично чи динамічно стійкі із заданими наперед за допомогою аналогії властивостями. Споруди-аналоги забезпечують стан рівноваги у прилеглий до них частині берегової зони, оскільки мінімізують порушення природного розвитку берега та забезпечують управління береговим процесом і розвитком берегової зони. Берегозахисні споруди при цьому не лише гасять хвилі чи течії води, які розмивають берег, а і спрямовують їх енергію на формування стійких берегів.

На дніпровських водосховищах використовуються [3] такі традиційні, добре розроблені в науково-технічному плані види берегоукріплень, як штучні пляжі (примиви), підпірні бетонні стінки і укуси, кам'яно-накидні банкети, буни і різні комбіновані та нетрадиційні методи (див. табл. 2).

Таблиця 2. Довжина берегів дніпровських водосховищ, захищених різними спорудами

Тип захисної споруди	Довжина берегів на водосховищах, км						Всього по каскаду, км
	Київське	Канівське	Кременчуцьке	Дніпродзержинське	Дніпровське	Каховське	
Кам'яно-накидний банкет	2,67	1,80	13,33	45,03	19,45	106,74	189,02
Штучний пляж	6,39	2,97	11,79	-	-	5,00	26,15
Бетонні стінки і укуси	1,82	1,67	2,85	10,15	-	1,20	17,69
Буни	-	-	2,00	-	-	-	2,00
Комбінований захист	1,98	14,04	7,54	-	42,22	51,01	116,79

Близько 55 % протяжності захисту берегів виконано кам'яно-накидними банкетами та їх модифікаціями. Ці ж банкети часто є основною складовою частиною комбінованих захистів і найбільш поширені там, де немає піщаних ґрунтів (Каховське водосховище), або ж де є виходи кристалічних порід у береговій зоні (Дніпровське і Дніпродзержинське водосховища). На решті водосховищ більше поширені штучні пляжі (примиви), оскільки тут є поклади піску. Буни, бетонні стінки і укуси зустрічаються порівняно рідко, в основному в населених пунктах і на господарських об'єктах. Більшість

берегоукріплення руйнується із-за проектних прорахунків та недоліків будівництва і експлуатації.

Як показує досвід, найбільш екологічно значущими, тобто близькими до природних берегів-аналогів, виявилися штучні пляжі та примиви, які природно вписуються в навколишнє середовище і можуть використовуватися для рекреаційних цілей. В населених пунктах штучні пляжі в комбінації з бунами, підпірними стінками мають великі перспективи, особливо за умови доповнення цих споруд водоохоронним інженерним та біотехнічним впорядкуванням і забезпеченням соціальних функцій.

Кам'яні банкети і накидки обмежують доступ населення і тварин до води, викликають застійні явища і накопичення сміття в приурізівій зоні, тобто набувають негативного соціального і екологічного значення. Вони складні і дорогі в будівництві та експлуатації і тому їх використання на водосховищах вимагає належного обґрунтування і оптимізації, в першу чергу, з точки зору підвищення їх екологічної безпеки і покращення соціальних функцій.

Якщо спорудження штучного пляжу неможливе в зв'язку з відсутністю піску, доцільно замінити кам'яно-накидний банкет на буни, шпори, переривисте кріплення чи іншу споруду, що забезпечує вільний доступ до води. Міжбунний простір доцільно заповнювати привізним або намитим піщаним ґрунтом. Для закріплення укосів берега між бунами чи блокуючими елементами (при переривистому кріпленні) добре зарекомендували себе біологічні методи (посадки верби, лози, очерету, рогозу та ін.). В умовах, коли основним рушійним фактором гідродинаміки берега є течії, буни виступають взагалі як найбільш ефективні, в тому числі і з екологічної точки зору, берегоукріплювальні споруди.

Враховуючи викладене за участю автора статті було переглянуто і уточнено програму заходів по закріпленню берегів дніпровських водосховищ [3]: зменшено до 100 км протяжність рекомендованих до захисту берегів; зроблено суттєвий наголос на захист довкілля (лісів, родючих земель, пам'яток природи, історичних і природних заповідників), населених пунктів і господарських об'єктів. Ці пропозиції були використані при підготовці Загальнодержавної програми розвитку водного господарства України (2002).

Як показує вивчення екологічного стану прибережних земель і акваторій річок Десна і Дніпро та дніпровських водосховищ, необхідно додатково включити до захисту ділянки берегів, на яких дуже забруднені ґрунти і прибережні води. Внаслідок захисту лісів і цінних земель збережуться не лише ресурси, а і важливі екологічні елементи. Всі ці заходи також сприятимуть охороні вод від забруднення і засмічення. Особливу роль при цьому відіграють піщані пляжі (примиви), оскільки вони очищують шляхом фільтрації через пісок забруднену воду, яка надходить з берегів чи з акваторії на пляжні піщані укоси. Фільтраційні властивості піску покращують очистку води порівняно з її самоочисткою в 5-10 разів [14, 15], що підтверджує значну санітарно-гігієнічну роль піщаних пляжів.

У Науково-дослідному центрі Дніпровського басейнового управління водних ресурсів в 90-х роках минулого століття за участю автора було розроблено і впроваджено на Київському (сс. Ясногородка, Глібівка), Канівському (с. Трубайлівка) і Кременчуцькому (сс. Боровиця, Тиньки) водосховищах метод поетапного будівництва штучних берегозахисних пляжів [3]. В основу цього методу було покладено гідроморфологічні розрахунки поперечних і вздовжберегових вітрохвильових і градієнтних течій води і відповідних їм потоків наносів в прогнозованому енергетичному полі вітрів і реальній морфології берегових схилів в межах динамічних систем берегів.

За результатами стаціонарного моніторингу стану і динаміки берегової зони в районі потенційних ділянок захисту берегів були визначені чи розраховані гідроморфологічні показники берегових процесів та їх ключових факторів: хвиль, течій, нагонів, рівнів води, берегових уступів, відмілин, наносів. На їх основі були побудовані моделі берегової системи для кожної ділянки і визначено необхідні об'єми піщаного матеріалу, достатнього для функціонування берегової системи в стані динамічної рівноваги. При цьому враховувалась можливість винесення піску за межі ділянки захисту.

Берегозахисні споруди і водоохоронні заходи планувались на всю динамічну систему берега, яка і була об'єктом захисту. Але на першому етапі в тіло пляжу закладався піщаний матеріал в обсязі, достатньому для 10-12-річної безаварійної роботи. Додатковий піщаний матеріал планувалось розмістити на другому етапі будівництва лише в зонах розмиву і в разі обґрунтованої потреби. В окремих випадках для регулювання потоків наносів було запроектовано буни.

Біологічне кріплення посадками спеціальних видів рослинності: наземної біля берегових уступів і повітряно-водної на відмілині перетворювало динамічну систему берега в берегову екосистему зі специфічними надводними і підводними біотопами і біоценозами.

У природних умовах порушена екосистема, в даному випадку берегова екосистема на водосховищі, проходить певні стадії (фази, етапи) розвитку до досягнення стану врівноваженої, саморегульованої системи. Такі ж параметри розрахунковим шляхом ми задаємо моделі берегової екосистеми – ділянці захисту берега, яка на стадії динамічної рівноваги повинна стати саморегульованою системою. Досягається це коливаннями нахилу берегової відмілини відповідно хвильовим навантаженням, а також знакозмінними міграціями вздовж і поперек берега течій води і потоків наносів.

Деталі і схеми компонування берегів-аналогів на стадії динамічної рівноваги розроблені Л.Б.Розовським, В.Б.Дроздовим, Б.А.Пишкіним та їх численними учнями. Зазначимо лише, що запропоновані в даній статті еколого-гідроморфологічні підходи до моделювання берегових екосистем є творчим продовженням ідей управління розвитком берегової зони водосховищ, сформульованих названими вище вченими.

За результатами моніторингу описаних моделей – аналогів берегових екосистем в селах Ясногородка та Глібівка на Київському і Трубайлівка на

Канівському водосховищах виявлено, що на всіх трьох ділянках протягом перших 10-15 років їх існування утворилися берегові лінії у вигляді фестонів, що свідчить про перехід берегів на цих ділянках до стадії динамічної рівноваги. Надводні частини пляжів на ділянках задерновані кущами верболозу, а нижче урізу води сформувалися стійкі щитовидні відмілини, покриті зануреною і повітряно-водною рослинністю. Незважаючи на 20-річний термін експлуатації берегозахистів на вказаних ділянках ремонтні досипки піску виявилися непотрібними.

Такі ж типи берегових екосистем у вигляді берегів-аналогів на стадії динамічної рівноваги, але з кам'яно-гравійних та інших місцевих ґрунтів у ті ж роки були змодельовані на окремих ділянках Кременчуцького і Дніпродзержинського водосховищ (міста Градіжськ і Дніпродзержинськ, сс. Максимівка, Недогарки, Пронозівка тощо). Ці споруди, як правило, виконі „піонерним” способом, коли відсікається частина акваторії і засипається місцевим ґрунтом з наступним біологічним закріпленням надводної і підводної частин споруди.

В Науково-виробничому центрі Дніпровського БУВР було також розроблено і впроваджено метод захисту берега водосховища на території населених пунктів в тих місцях, де берег складено суглинисто-супіщаними ґрунтами і наявний вздовжбереговий потік наносів [3]. В цьому випадку пляж створюється як зона рекреації за рахунок порційної підсипки піщаного матеріалу на ділянках живлення потоку наносів. Таке будівництво рекомендується виконувати засобами „малої гідротехніки”, коли будівельний матеріал малими порціями подається в берегову зону протягом тривалого часу. Постійне підтримання такого рекреаційного пляжу в стані динамічної рівноваги доповнюється біологічним закріпленням надводної і підводної частин. Штучно створені рекреаційні пляжі успішно функціонують в містах Канів, Черкаси, Дніпродзержинськ та ін.

Застосування для захисту берегів водосховищ місцевих ґрунтів (піску, каменю, гальки) у комбінації з біологічним закріпленням (дерева, кущі, трави) найбільш повно відповідає вимогам відтворення і збереження екосистем природних берегів і не порушує естетичної цінності берегових ландшафтів. За таких умов системи берегозахисту виступають не лише як абіотичні фактори водних і прилеглих до них берегових екосистем, вони самі теж формуються у вигляді біотичного фактора – берегового біоценозу. Берегозахисні функції рослинності проявляються у гасінні енергії хвиль, течій і потоків наносів, закріпленні поверхневого ґрунту від розмиву і розвіювання. Водна рослинність сприяє розселенню на підводних схилах представників зообентосу, які виконують роль природного мостіння і цим самим захищають відмілини від розмиву. Посадки рослинності на відмілинах покращують якість води, ґрунтів і повітря, а посадка рослин на берегах крім берегозахисної і водоохоронної функцій створюють прекрасні рекреаційні умови і можуть задовольняти потреби лісового і мисливського господарств.

Виконані останнім часом дослідження гідробіоценозів на берегоукріпленнях дніпровських водосховищ показали [16], що ці споруди

знаходяться на етапі „натуралізації”, тобто вторинного відновлення структури природних ландшафтів. Вони все більше опановуються біотою і стають невід’ємною частиною функціонуючих водних екосистем, сприяють збільшенню різноманітності прибережних ландшафтних комплексів та мілководних біотопів. Звичайно, процеси „натуралізації” найшвидші тоді, коли споруди уже є аналогами берегових систем та поєднують інженерні і біологічні рішення. Це сприяє швидшому проходженню природних сукцесій, заселенню споруд біотою і, як результат, збільшенню ефективності споруди і закріпленню берега.

За останні 10-15 років в зв’язку з масовим освоєнням прибережних територій на річках Дніпро і Десна та на Київському і Канівському водосховищах у місті Києві і Київській області виникла проблема захисту берегів від затоплення, підтоплення і розмиву. Вона породила цілий ряд юридичних, екологічних, містобудівельних і технічних проблем [7].

Виконані під керівництвом та за участю автора статті науково-дослідні та проектно-вишукувальні роботи з метою оцінки екологічного стану ряду водних об’єктів Канівського водосховища в районі м.Києва (озера Видубицьке, Вирлиця, затоки Берківщина, Шулягівка, острови Водників, Дикий, Великий тощо) показали [11–13], що ці об’єкти, які розташовані в береговій зоні або поблизу неї, зазнали значного антропогенного навантаження, надмірно урбанізовані, створюють техногенну та екологічну небезпеку для населення та біорізноманіття. Було встановлено [7], що для оздоровлення їх водних і берегових екосистем, водних, земельних, біологічних, селітебних і рекреаційних ресурсів необхідно здійснити невідкладні радикальні заходи: розчистити і утилізувати забруднені і засмічені донні і берегові ґрунти, забезпечити належний водообмін і проточність, відтворити втрачене біорізноманіття. По суті йдеться про створення нової місцевої водної екосистеми. Відтворення втраченої екосистеми природним шляхом практично неможливе. Те ж слід сказати і щодо відновлення первісного (на момент заповнення водосховища) стану цих водойм і островів. Єдиний, на нашу думку, реальний шлях поліпшення їх екологічного стану – це моделювання нових водних екосистем, які були б максимально наближені до природних і водночас задовольняли б урбанізаційні потреби.

Змодельовані екосистеми окремих водойм виступають як біотичні фактори і структурні елементи екосистем водосховищ взагалі. Поряд з біологічним кріпленням і влаштуванням інженерних споруд – аналогів природних берегових систем їх необхідно враховувати при плануванні використання прибережних територій в містах. Такі методичні прийоми оздоровлення та ландшафтно-екологічного відтворення природних умов з одночасним вирішенням містобудівельних завдань було застосовано на озері Видубицькому і Княжому затоні р.Дніпро в м.Києві [11-13].

Висновки і пропозиції.

1. На нашу думку проблема якості води у водосховищах вирішується переважно на водозборі, а точніше – в межах водоохоронних зон, в яких

шляхом екологічного регулювання господарської діяльності, інженерного та біотехнічного впорядкування прибережних територій обмежується виникнення та надходження у водойми забруднень і цим забезпечується належний екологічний стан водних і берегових екосистем. В цьому полягає основна екологічна абіотична роль систем інженерного захисту і водоохоронного зонування прибережних територій водосховищ.

2. Автохтонне забруднення внаслідок деструкції і накопичення органічної речовини, розмиву островів та ложа, змучування донних ґрунтів та осадів саморегулюється процесами внутрішньоводоймною динаміки шляхом переміщення і трансформації забруднень. Реальне зменшення забруднення води в екосистемі в цілому можливе лише при обмеженні алохтонного надходження забруднень, в основному з прилеглих територій, а для цього знову ж необхідні інженерний захист і водоохоронне зонування прибережних територій водосховищ.

3. У зв'язку з порівняно незначними глибинами на великих рівнинних водосховищах морфологія затопленої річкової долини (глибини, нахили схилів, розміри і будова елементів ложа і берегів) позначається на гідрологічних явищах і процесах та їх параметрах, а відповідні гідрологічні залежності в умовах водосховища перетворюються в гідролого-морфологічні. До провідних (ключових) абіотичних факторів, які впливають на екосистему водосховища, слід віднести еколого-гідроморфологічні фактори: гідродинаміку, морфологію берегів і ложа водосховища та їх геологічну будову, геодинаміку берегів і ложа. Ці фактори і умови в сукупності з гідрологічними та гідрохімічними факторами визначають стан середовища, в якому функціонує біота водосховища, та його структурно-функціональну будову як водної екосистеми.

4. Внаслідок створення водосховищ на рівнинних річках виникли природно-техногенні екосистеми, які складаються з власне водних екосистем і перехідних між ними і прилеглою сушею екосистем типу екотонів. Останнім територіально відповідають водоохоронні зони водосховищ, в межах яких виділяються берегові (прибережні) смуги (зони відведення) – по суті контактні зони між сушею і водою, де взаємовплив останніх найбільш помітний. Саме тут організуються заходи по захисту берегових територій від розмиву і затоплення, а водних акваторій від забруднення і засмічення. Системи цих заходів називають „інженерним захистом територій”. З цього випливає, що системи берегозахисту разом зі смугами їх відведення є межами (бар'єрами) між водними екосистемами і береговим екотоном.

5. Запропоновано і обґрунтовано та впроваджено на окремих ділянках дніпровських водосховищ уявлення про системи берегозахисту як про складні цілісні техногенні екосистеми в складі берегової зони водосховищ. Функціонально вони повинні бути максимально наближені до природних берегових екосистем – берегів-аналогів. Введення в науковий вжиток поняття „берегова техногенна екосистема” означає перехід до моделювання берегових екосистем, здатних водночас виконувати функції захисту берегів, водоохоронні і соціальні функції. Такі підходи дозволяють перетворити

береги водосховищ, які формуються стихійно, в „окультурені” береги, які зберігають стабільність своїх елементів, їх здатність до самозахисту і самооновлення в умовах урбанізації і господарського освоєння. Стійкість штучних берегових екосистем визначається їх біорізноманіттям та здатністю до оптимального управління.

Список літератури

1. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. – К. : Генеза, 2003. – 176 с.
2. Дубняк С.А. Организация и проведение мероприятий по улучшению природно-технического состояния и благоустройству водохранилищ : Уч. Пособие / С.А. Дубняк, И.Н. Крынько. – К. : ВИПК МВХ СССР, 1986. – 102 с.
3. Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ / Дубняк С.А., Сакевич А.М., Тімченко В.М. та ін. – К. : КСП, 1999. – 182 с.
4. Дубняк С.А. Установление прибрежных водоохранных зон равнинных водохранилищ. – Экспресс-информация / С.А. Дубняк // ЦБНТИ МВХ СССР. – 1983. – Сер.4, вып.6. – С.1-8.
5. Дубняк С.С. Оцінка стану і проблеми законодавчого регулювання водоохоронних зон водних об'єктів України / С.С. дубняк, С.А. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7. – С. 25-39.
6. Дубняк С.С. Динаміка вод як абіотичний фактор функціонування прибережних зон дніпровських водоймищ та засіб управління їх станом / С.С. Дубняк, А.А. Коробка // Тези доповідей II з'їзду гідроекологічного товариства України. – К., 1997. – Т.2. – С. 202-203.
7. Дубняк С.С. Оцінка водного режиму і пропускну здатності верхньої ділянки Канівського водосховища в умовах інтенсивної урбанізації / С.С.Дубняк // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С.145-158.
8. Дубняк С.С. Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ / С.С.Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.10. – С.20-35.
9. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / За ред. А.В. Яценка. – К. : Оріяни, 2004. – 128 с.
10. Дубняк С.С. Эколого-гидрологический подход к определению границ мелководий на водохранилищах / С.С.Дубняк // Гидробиол. журн. – 1996. – 32, № 5. – С.102-107.
11. Екологічний стан урбанізованих заплавлених водойм. Затока Берковщина // За ред. В.М.Тімченка і С.С.Дубняка. – К. : ІГБі НАНУ, 2009. – 64 с.
12. Дубняк С.С. Деякі проблеми еколого-гідроморфологічного зонування урбанізованих водойм (на прикладі озера Видубицького в м.Києві) / С.С.Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т.16. – С.35-49.
13. Дубняк С.С. Еколого-гідроморфологічний аналіз умов та наслідків підвищення рівня ґрунтових і поверхневих вод в районі оз.Вирлиця в м.Києві / С.С.Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т.17. – С.62-76.
14. Пышкин Б.А. Динамика берегов водохранилищ /Б.А. Пышкин. – К. : Наук. думка, 1973. – 414 с.
15. Максимчук В.Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ / В.Л. Максимчук. – К. : Будівельник, 1981. – 112 с.
16. Зуб Л.М. Споруди берегоукріплення дніпровських водосховищ як резервати біотичного різноманіття гідробіонтів / Л.М. Зуб // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.18. – С.238-242.

Екологічні особливості систем берегозахисту на великих рівнинних водосховищах

Дубняк С.С.

Розглянуто проблему покращення технічного і екологічного стану великих рівнинних водосховищ, найважливішою з яких є захист прибережних територій. Пропонується прийом та методи захисту прибережних територій, які дозволяють максимально використовувати екосистемні гідроморфологічні особливості берегів і берегозахисні заходи для підвищення їх ефективності і збереження біорізноманіття.

Ключові слова: водосховище, водна екосистема, берегова зона, берегозахисні заходи, техногенна берегова екосистема.

Екологічні особливості берегозахисних заходів на великих рівнинних водохранилищах

Дубняк С.С.

В статті розглянуті проблеми покращення технічного та екологічного стану великих рівнинних водохранилищ, найважливішою з яких є захист прибережних територій. Предлягаються прийоми та методи захисту прибережних територій, які дозволяють максимально використати екологічні гідроморфологічні особливості берегів та берегозахисних заходів для підвищення їх ефективності та збереження біорізноманітності.

Ключові слова: водохранилище, водна екосистема, берегова зона, берегозахисні заходи, техногенна берегова екосистема.

Ecological features of coastal protection measures on large plain reservoirs

Dubnyak S.S.

The problems of improvement of a technical and ecological condition of large plain reservoirs are considered, major of which is the protection of coastal territories. The receptions and methods for protection of coastal territories which allow to take into account ecosystem hydromorphological features of coast and coastal protection measures for increase of their efficiency and preservation of a biovariety are offered.

Keywords: reservoir, aquatic ecosystem, coastal zone, coastal protection measures, technogenetic coastal ecosystem.

Надійшла до редколегії 17.02.10

УДК 556(16.047+166):551.345.3

Сусідко М.М.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РІЧКОВОГО СТОКУ НА ОСНОВІ ВОДНОБАЛАНСОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ключові слова: воднобалансові станції, дощовий стік, сніго-дощовий стік, математична модель, ідентифікація параметрів, оптимальні параметри моделі

Актуальність питання та мета досліджень. В останні десятиліття значного поширення набуло застосування математичних моделей процесів формування стоку дощового і сніго-дощового стоку води [8, 12-16]. При цьому слід зауважити, що оцінювання параметрів моделей набуває особливої ваги та становить переважно основу математичних рішень.

Необхідність і важливість розгляду підходів до ідентифікації параметрів математичних моделей стоку слід пояснити тими обставинами, що при їх визначенні застосовується метод оптимізації [9, 11, 13]. А в зв'язку з цим