

К.: Ніка-Центр, 2007. – 296 с. **4.** *Самойленко В.М.* Геоінформаційне моделювання екомережі / В.М. Самойленко, Н.П. Корогода. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 224 с. **5.** *Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Концепція, методи и критерии создания экосети Украины / Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гродзинский М.Д., Романенко В.Д. – К. : Фитосоциоцентр, 2004. – 144 с. **6.** *Шищенко П.Г.* Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П.Г. Шищенко. – К.: Фитосоциоцентр, 1999. – 284 с.

Критерії рівня природно-каркасної значущості і стану об'єктів моделювання екомережі в річкових басейнах

Самойленко В.М., Корогода Н.П.

Розглянуті критерії необхідного рівня природно-каркасної значущості і критерії бажаного рівня стану об'єктів моделювання екологічної мережі в річкових басейнах для різних територіальних рівнів проектування.

Ключові слова: екомережа, геоінформаційне моделювання, критерії рівня природно-каркасної значущості та стану.

Критерии уровня природно-каркасной значимости и состояния объектов моделирования экосети в речных бассейнах

Самойленко В.М., Корогода Н.П.

Рассмотрены критерии необходимого уровня природно-каркасной значимости и критерии желательного уровня состояния объектов моделирования экологической сети в речных бассейнах для разных территориальных уровней проектирования.

Ключевые слова: экосеть, геоинформационное моделирование, критерии уровня природно-каркасной значимости и состояния.

The identification criteria of ecological network modeling objects in river basins

Samoylenko V.M., Korogoda N.P.

The natural-frame significance level and state criteria of ecological network modeling objects in river basins were reviewed for different territorial levels of design.

Keywords: ecological network, geo-informative modeling, criteria of natural-frame significance level and state.

Надійшла до редколегії 25.02.10

УДК 556.124

Лобода Н.С., Сіренко А.М.

Одеський державний екологічний університет

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИК ПРОГНОЗУВАННЯ ЛЬДОВИХ ЯВИЩ НА РІЧКАХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Ключові слова: гідрологічні прогнози; льодові явища; Північно-Атлантичне коливання; факторний аналіз; дискримінантна функція

Вступ. Гідрологічні прогнози появи льодових явищ будуються, як правило, на основі фізико – статистичних залежностей [1], в яких основним предиктором є температура води v_0 під час переходу температури повітря

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

через 0°C . Дата появи льодових утворень прогнозується як дата накопичення необхідної для охолодження води суми від'ємних температур повітря $\sum\theta^{-}$. Як третя змінна іноді використовується рівень або глибина. Підвищення якості прогнозів появи плаваючого льоду за фізико-статистичними залежностями обмежене кількістю предикторів та сама побудова прогностичної залежності має суб'єктивний характер, оскільки залежність виду $\sum\theta^{-} = f(v_0)$ визначається як лінія розділу між точками на площині, які відповідають випадкам, коли льодові явища спостерігалися і коли не спостерігалися. Такі прогностичні залежності не дозволяють отримати якісні результати прогнозів через обмеженість урахованої кількості чинників формування льодового режиму річок. Отже, існуюча математична база прогнозів може бути розширена за рахунок застосування сучасних методів багатовимірного статистичного аналізу. Розвиток нових методичних підходів до прогнозування появи льодових утворень на річках України є важливим для господарства та економіки України, особливо в умовах змін клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останній час нами було проведено ряд досліджень з метою вдосконалення методики прогнозування появи льодових утворень на річках. Було запропоновано використання дискримінантного аналізу як перспективного методу прогнозування [2]. У такому випадку отриманий вид дискримінантної функції розглядається як розв'язувальне правило для прийняття рішення про те, що досліджуване явище відбудеться або не відбудеться [3]. Сама побудова дискримінантної функції за навчальними виборками (класами) з певним набором ознак є науково обґрунтованою та об'єктивною для випуску альтернативного прогнозу. Можливість застосування дискримінантної функції до гідрологічних прогнозів вже розглядалась окремими авторами [4]. Нами дискримінантна функція була побудована за навчальними вибірками з метою прогнозування дат появи плаваючого льоду й на перших кроках дослідження до її складу увійшли ті ж самі предиктори ($\sum\theta^{-}, v_0$), що й при використанні фізико – статистичного метода, запропонованого у нормативних документах. Отримані результати підтвердили доцільність розвитку такого підходу до прогнозування, оскільки прогностична методика стала більш об'єктивною, а якість прогнозів підвищилася [2]. Подальша задача полягала у пошуку нових предикторів прогностичних методик, урахування яких сприяє покращенню їх якості. Зокрема, нами було досліджено вплив Північно–Атлантичного коливання (ПАК) на температурний та льодовий режими річок [5]. Результати показали, що ПАК впливає, головним чином, на повітряний та водний термічні режими Західної України. Зміна характеру найбільш впливового атмосферного процесу обумовлює зміни температур повітря та води, а ,отже, й зміни особливостей формування процесів льодоутворення, встановлення льодоставу та його тривалості.

Окремо був проведений аналіз змін характеристик льодового режиму річок в умовах глобальних перетворень клімату на прикладі річки Дністер [6]. В результаті дослідження впливу глобального потепління на льодовий

режим р. Дністер встановлено, що за період 1981 - 2006 рр. температура води у створі р. Дністер - м. Могильов-Подільський підвищилась в середньому на $2,4^{\circ}\text{C}$, тривалість періоду з льодовими явищами скоротилася майже в 4 рази, стійкий льодостав в останні десятиріччя практично не спостерігається, збільшилась кількість випадків, коли льодові явища в зимовий період взагалі відсутні, істотно змінилися строки появи та закінчення льодових явищ. Такі зміни льодового режиму, головним чином, обумовлені змінами особливостей динаміки атмосфери. Нашою задачею було встановлення впливу великомасштабної атмосферної циркуляції на процес льодоутворення за допомогою індексів Північно-Атлантичного коливання (ПАК). Особлива увага вивченню індексів ПАК приділялася у період їх переходу у позитивну фазу коливань, який відбувся на початку 80-х років ХХ століття. На тлі позитивної фази від'ємні значення річних та зимових індексів ПАК спостерігалися у 1985–1988 та 1995–1997 рр [5]. Для території Європи позитивна фаза ПАК характеризується формуванням сильніших ніж в середньому західних вітрів, які спрямовані з середніх широт Атлантики до Європи; збільшенням потоку відносно теплого (і вологого) морського повітря протягом зими через північну Атлантику до Європи. Високі значення індексів ПАК супроводжуються аномально низькою кількістю опадів над більшою частиною центральної та південної Європи [7].

Як показали дослідження [5], існує значний зв'язок між річними індексами ПАК та річною температурою повітря України. За даними [8] вплив сигналів ПАК також виявлений у температурному режимі води річок, що обумовлює зміни у строках появи та проходження льодових явищ. Ці обставини указують на важливість подальшого дослідження впливу глобальної атмосферної циркуляції на термічний режим повітря та води України. Отримані результати підтвердили необхідність виявлення та врахування найбільш статистично значущих чинників формування льодових явищ при побудові прогностичних методик.

Постановка завдання. Одним із шляхів удосконалення прогностичної методики появи льодових утворень є використання факторного аналізу. Головна мета факторного аналізу полягає у стисненні інформації, яка міститься у кореляційній матриці. Факторний аналіз орієнтований на пояснення існуючих між окремими чинниками кореляцій, тому він застосовується у випадках спільного впливу вхідних даних на структуру досліджуваного об'єкту. За допомогою факторного аналізу виділяють групи найбільш впливових показників із даних спостережень та представляють їх у вигляді лінійних комбінацій факторів [9]

$$x_j = \sum_{p=1}^k l_{jp} f_p + v_j, (j=1, m), \quad (1)$$

де x_j - центрована початкова змінна; m - кількість змінних; k - число факторів $k \ll m$; p - номер фактора; l_{jp} - навантаження j - тої змінної на p - тий фактор або факторна вага; f_p - некорельовані між собою фактори; v_j -

незалежні залишки (частина даних, яка не описується кінцевим числом факторів).

Повний внесок S_p (у відсотках) фактора у сумарну дисперсію змінних визначається за виразом:

$$S_p = \frac{\sum_{j=1}^m I_{jp}^2}{m} 100\%. \quad (2)$$

Загальний внесок всіх виділених факторів в сумарну дисперсію досліджуваних змінних дорівнює:

$$S = \sum_{p=1}^k S_p. \quad (3)$$

Подальшим кроком у дослідженнях було використання найбільш впливових чинників, виявлених за результатами факторного аналізу, при побудові дискримінантної функції як головного розв'язувального правила при альтернативних прогнозах. Розв'язувальне правило або дискримінантна функція будується на нерівності [3]:

$$\frac{P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_1)}{P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_2)} > \frac{\delta_b P(V_2)}{\delta_a P(V_1)}, \quad (4)$$

де $P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_1)$ - умовна ймовірність класу V_1 ; $P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_2)$ - умовна ймовірність класу V_2 ; δ_a і δ_b - ціна помилки 1-го та 2-го роду відповідно; $P(V_1)$ і $P(V_2)$ - апіорні ймовірності класів V_1 та V_2 відповідно.

Рівняння (4) можна представити у логарифмічному вигляді

$$\ln \frac{P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_1)}{P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_2)} > \ln \frac{\delta_b P(V_2)}{\delta_a P(V_1)}. \quad (5)$$

У загальному випадку дискримінантною функцією називають функцію виду

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \ln P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_1) - \ln P(x_1, x_2, \dots, x_n / V_2) + \frac{\delta_a P(V_1)}{\delta_b P(V_2)}. \quad (6)$$

Якщо використовується дискримінантна функція, то розв'язувальне правило набуває вигляду

$$\begin{aligned} X \in V_2, \text{ якщо } F(x_1, x_2, \dots, x_n) < 0; \\ X \in V_1, \text{ якщо } F(x_1, x_2, \dots, x_n) > 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Для досягнення поставленої мети була проведена робота по збору даних, їхньої обробки та знаходження кореляцій між чинниками, які можуть впливати на процес льодоутворення.

Виклад основного матеріалу. Основа факторного аналізу полягає у тому, що групу основних змінних, або ознак, за якими проводяться спостереження, можна описати за допомогою невеликої кількості прихованих факторів [9]. Використовуючи факторний аналіз, можна, по-

перше, виявити приховані фактори, по-друге, скоротити об'єм вихідної інформації, по-третє, визначити структуру взаємозв'язків між змінними, тобто провести класифікацію змінних.

Факторний аналіз характеристик льодового режиму був виконаний на прикладі річки Дністер – м. Могильов – Подільський. Спираючись на проведені раніше дослідження [5], як один із можливих чинників льодоутворення був розглянутий індекс ПАК за місяці осіннього сезону.

Були сформовані наступні показники характеристик початку та тривалості похолодання і попереднього накопичення запасу тепла у водній масі (період 1980–2000 рр.):

1) кількість днів від 1 жовтня до дати переходу температури повітря через 0°C та кількість днів від 1 жовтня до дати появи плавучого льоду;

2) температура води в день переходу температури повітря через 0°C та в тиждень появи плавучого льоду;

3) сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плавучого льоду;

4) рівень води в день переходу температури повітря через 0°C та в день появи плавучого льоду;

5) місячні індекси Північно-Атлантичного коливання ($I_{\text{ПАК}}$) за осінні місяці, а також сезонний місячний індекс осені (осереднені середньомісячні значення з вересня до листопада включно).

Факторний аналіз характеристик температурного та льодового режиму у створі р. Дністер – м. Могильов-Подільський (табл.) дозволив установити, що дисперсія вихідної інформації описується чотирма факторами, загальний внесок яких становить 81.2%. Перший фактор описує 32,8% дисперсії даних і може інтерпретуватися як гіпотетична змінна, яка описує атмосферні процеси осіннього сезону, кількісні характеристики якого представлені індексами ПАК для вересня – листопада. Вагові навантаження першого фактора на вказані ознаки мають найбільші значення для індексів ПАК за жовтень та листопад, а також за весь осінній сезон (табл.).

Перший фактор також пов'язаний із формуванням температурного режиму води: кількісний внесок (вага) першого фактора на температуру води у тиждень появи плавучого льоду становить 0,841; вагове навантаження на ознаку, що відповідає даним про рівень води у дату появи плавучого льоду становить -0,737. Знак (-) свідчить про наявність зворотного зв'язку між температурами води та рівнями води. Тобто, чим більший рівень, а, отже, й глибина води у річці, тим менше впливають атмосферні процеси на температуру води через зміну умов охолодження [1].

Другий фактор описує 23,4% вихідної інформації та може розглядатися як прихована змінна, яка характеризує умови, необхідні для появи льодових утворень. Головними показниками процесу охолодження води є початкова температура води в день переходу повітря через 0°C ($l_{23} = 0.801$) та сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плавучого льоду ($l_{25} = 0.776$). Значну вагу другий фактор

Таблиця. Факторні ваги перших чотирьох факторів

№ з/п	Чинники утворення льодових явищ	Факторні ваги l_{ij}			
		Перший фактор	Другий фактор	Третій фактор	Четвертий фактор
		l_{1j}	l_{2j}	l_{3j}	l_{4j}
1	Кількість днів від 1 жовтня до дати переходу температури повітря через 0°C	0,137	0,016	0,945	-0,063
2	Кількість днів від 1 жовтня до дати появи плавучого льоду	0,003	0,926	0,023	-0,091
3	Температура води в день переходу температури повітря через 0°C	0,119	0,807	-0,417	0,084
4	Температура води в тиждень появи плавучого льоду	0,841	-0,264	0,099	0,155
5	Сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плавучого льоду	0,037	0,776	0,370	0,344
6	Рівень води в день переходу температури повітря через 0°C	-0,219	0,182	-0,221	0,813
7	Рівень води в день появи плавучого льоду	-0,737	-0,134	-0,091	0,085
8	Індекс ПАК для вересня	-0,456	0,101	-0,311	-0,611
9	Індекс ПАК для жовтня	0,785	-0,302	0,367	0,081
10	Індекс ПАК для листопада	0,814	0,446	-0,139	0,025
11	Індекс ПАК для періоду з вересня до листопада	0,887	0,205	0,009	-0,129

тримав для ознаки, яка характеризує проміжок часу від 1 жовтня до дати появи плавучого льоду ($l_{22} = 0.926$). На третій фактор припадає 13.8% дисперсії вихідних даних, він характеризує дату початку охолодження температури повітря ($l_{31} = 0.945$). Четвертий фактор, внесок якого становить 11.2%, описує рівневий режим річки на дату переходу температури повітря через 0°C ($l_{46} = 0.813$).

Перші два фактори є найбільш значущими й описують 56.2% дисперсії вихідних даних. За результатами факторного аналізу найбільші факторні ваги належать таким чинникам як температура води в тиждень появи плавучого льоду $V_{pl.l.}$; рівень води в день появи плавучого льоду $H_{pl.l.}$; сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плавучого льоду $\sum \theta^-$ та індекс ПАК за осінній сезон (вересень - листопад) I_{SON} . Саме ці характеристики були використані як предиктори для побудови дискримінантної функції.

В результаті дискримінантного аналізу, виконаного за навчальними класами для річки Дністер у створі м. Могилів-Подільський для періоду 1980–2000рр. дискримінантна функція набула вигляду

$$F = -6,71V_{pl.l.} - 0,030H_{pl.l.} + 0,020\Sigma\theta^- - 0,580I_{SON} + 18,4. \quad (8)$$

У зв'язку з тим, що дискримінантні функції розраховуються за вибірковими даними, вони потребують перевірки статистичної значущості. Визначальним для дискримінантного аналізу є перевірка гіпотези про відсутність різниці між груповими середніми. Для цього може бути використане число Махаланобіса, яке позначається як Δ

$$\Delta = (\mu_1 - \mu_2)' K^{-1} (\mu_1 - \mu_2), \quad (9)$$

де μ_1, μ_2 – вектори середніх значень ознак класів V_1 і V_2 ; K – коваріаційна матриця.

Число Махаланобіса (9) є критерієм якості в альтернативних прогнозах при використанні дискримінантної функції. Прогноз вважається адекватним фізичній природі явища, коли величина Δ більша 11. Для рівняння (8) було отримане число Махаланобіса 15,6, що дозволяє застосовувати отримане рівняння для прогнозування льодових явищ.

Згідно з рівнянням (8) льодові явища будуть спостерігатися на річці, якщо $F \geq 0$, і навпаки, якщо $F \leq 0$, то плавучий лід на річці не утвориться. Таким чином, дискримінантна функція є вирішальним правилом, за яким будується прогноз. На базі отриманого прогнозного рівняння були виконані перевірені прогнози появи плавучого льоду. Забезпеченість перевірних прогнозів за дискримінантною функцією склала 91%, що значно більше у порівнянні із прогнозами, виконаними за фізико-статистичними залежностями, забезпеченість яких склала лише 68%.

Висновки. З метою покращення якості прогнозів появи плавучого льоду на річках на основі факторного аналізу були проаналізовані та виділені головні чинники формування льодових явищ на р. Дністер–Могилів-Подільський за період 1980–2000 рр. Результати досліджень показали, що найбільший вплив на термічний і льодовий режими річок мають чотири фактори. Найбільш вагомими є перші два фактори, які описують атмосферні умови осіннього сезону та процес охолодження води. Кількісною характеристикою атмосферних процесів є індекси ПАК коливання за осінній сезон.

З використанням головних чинників, які відповідають першим двом факторам, було побудоване прогнозне рівняння у вигляді дискримінантної функції. Як предиктори дискримінантної функції були використані характеристики температурного та рівневого режимів води, температурного режиму повітря, а також, як кількісний показник впливу великомасштабних атмосферних процесів на льодоутворення, – індекс ПАК. Перевірені прогнози за дискримінантною функцією показали значно кращу забезпеченість (91%), у порівнянні із фізико – статистичним прогнозом, в результаті якого були отримані показники нижчої якості (забезпеченість перевірних прогнозів дорівнює 68%). Таким чином, дискримінантна функція може використовуватися в прогнозах появи льодових утворень на річках як більш ефективна порівняно з фізико – статистичними залежностями. Окрім того, у

перспективі аналогічний підхід може використовуватися для дослідження формування стійкого льодоставу та скресання льоду на річках.

Список літератури

1. Руководство по гидрологическим прогнозам; вып. 3. Прогноз ледовых явлений на реках и водохранилищах / сост. Б.М. Гинзбург. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – С. 30-34.
2. Лобода Н.С. Використання дискримінантної функції в короткострокових прогнозах появи плаваючого льоду (на прикладі річки Дністер на ділянці м. Могилів–Подільський – м. Сороки) / Н.С. Лобода, А.М. Сіренко // Вісник ОДЕУ. – 2008. – Вип.5. – С. 171-173.
3. Школьный С.П. Обработка та анализ гидрометеорологической информации / Школьный С.П., Лоева И.Д., Гончарова Л.Д., Наук. ред. С.П. Школьного – Одеса : Астропринт, 1999. – С. 550-567.
4. Бефани Н.Ф. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам / Н.Ф. Бефани, Г.П. Калинин. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – С. 336-339.
5. Лобода Н.С. Вплив Північно-Атлантичного коливання на строки проходження льодових явищ на річках Західної України / Н.С. Лобода, А.М. Сіренко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2010. – Вип.51. – С. 54.
6. Лобода Н.С. Зміни характеристик льодового режиму верхньої частини річки Дністер в умовах глобального потепління / Н.С. Лобода, А.М. Сіренко // Тез. доп. конф. мол. вчених ОДЕУ. – 2009. – С.41.
7. Hurrell J.W. Climate variability over the North Atlantic / J.W. Hurrell, R.R. Dickson // CHAPTER 2. – 2003. – P.15-22.
8. Yoo J.C. Trends and fluctuations in the dates of ice break-up of lakes and rivers in Northern Europe: the effect of the North Atlantic Oscillation / J.C. Yoo, P. D'Odorico // Journal of Hydrology. – 2002. – №6573. – P. 15-28.
9. Лобода Н.С. Расчёты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния / Н.С. Лобода. – Одеса : Экология, 2005. – С. 75.

Вдосконалення методик прогнозування льодових явищ на річках України на основі методів багатовимірної статистичної аналізу

Лобода Н.С., Сіренко А.М.

Для пошуку основних фізических процесів, що впливають на льодоутворення і визначення кількісних показників, пов'язаних з цими процесами, застосовано метод факторного аналізу. На основі фізичної інтерпретації факторів виявлені головні фактори, котрі можуть використовуватися в методиках прогнозування льодових явищ. Одним з найважливіших чинників процесу льодоутворення є індекси Північно-Атлантичного коливання для осіннього сезону. По результатам факторного аналізу була побудована дискримінантна функція, що є вирішальним правилом при прогнозуванні льодових явищ. Забезпеченність повірочних прогнозів склала 91%.

Ключові слова: *гідрологічні прогнози; льодові явища; Північно-Атлантичне коливання; факторний аналіз; дискримінантна функція.*

Усовершенствование методик прогнозирования ледовых явлений на реках Украины на основе методов многомерного статистического анализа

Лобода Н.С., Сіренко А. М.

Для нахождения основных физических процессов, влияющих на ледообразование и определение количественных показателей, связанных с этими процессами, применен метод факторного анализа. На основе физической интерпретации факторов выявлены главные факторы, которые могут использоваться в методиках прогнозирования ледовых явлений. Одним из важнейших факторов процесса ледообразования являются индексы Северо-Атлантического колебания для осеннего сезона. По результатам факторного анализа была построена дискриминантная функция, которая является решающим правилом при прогнозировании ледовых явлений. Обеспеченность поверочных прогнозов составила 91%.

Ключевые слова: *гидрологические прогнозы; ледовые явления; Северо-Атлантическое колебание; факторный анализ; дискриминантная функция.*

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

Loboda N.S., Sirencо 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)