



ЗУБ Л.М., канд. біол. наук, с.н.с, зав. лаб. охорони та відновлення біорізноманіття ДУ "Інститут еволюційної екології НАН України", м. Київ
ТОМЧЕНКО О.В., канд. техн. наук, м.н.с., ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", м. Київ,
ТОМІЛЬЦЕВА А.І., канд. техн. наук, с.н.с, Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем, доцент Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ

ОЦІНКА СТАНУ ВОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (НА ПРИКЛАДІ ДНІСТРОВСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ГЕС ТА ГАЕС)

Оцінено ландшафтну структуру водоохоронних територій Дністровського комплексу ГЕС та ГАЕС шляхом дешифрування ретроспективних рядів космічних знімків.

Ключові слова: стан, водоохоронні території, Дністровський комплекс, ГЕС, ГАЕС, дешифрування, космічні знімки.

Комплекс збудованих на Дністрі ГЕС та ГАЕС — складний гідренергетичний об'єкт, функціонування якого обумовлюють не лише процеси, що відбуваються у водосховищах, а, насамперед, ті процеси, що відбуваються на їх водозборах. Саме тому екологічні вимоги щодо експлуатації водосховищ Дністровського каскаду ГЕС та ГАЕС мають базуватися на врахуванні особливостей розвитку та функціонування територій усього водозбірного басейну. Потрібно також враховувати, що саме ландшафтна структура водозбору та характер господарю-

вання на ньому визначають водність та функціонування річкової гідроекосистеми [1].

Однією із найважливіших передумов збереження та примноження водних ресурсів на сьогодні є формування водоохоронних обмежень у використанні водоохоронних зон, прибережних захисних смуг, пляжних зон, смуг відведення та берегових смуг водних шляхів, що мають запобігати забрудненню водних об'єктів, знищенню біорізноманіття, а також зменшенню коливань стоку [2]. У той же час, інформації про сьо-

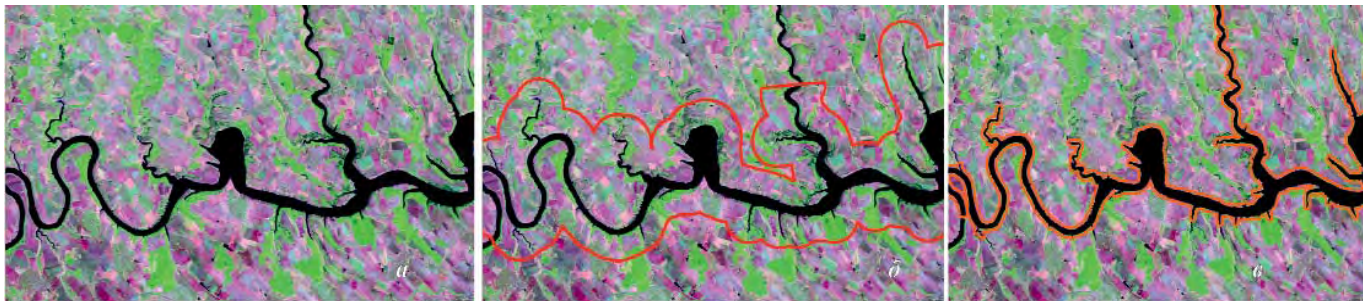


Рис. 1. Схема закладання буферів ВЗ (б) та ПЗС (в) на космічних знімках ділянки Дністровського водосховища

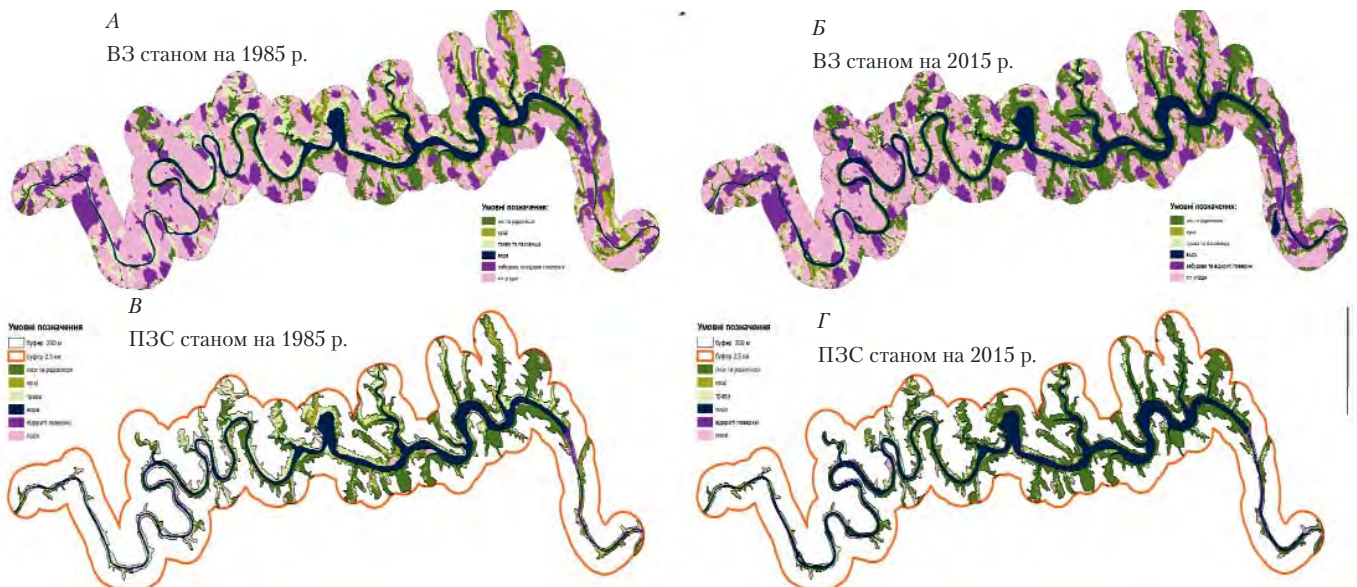


Рис. 2. Карти розподілу основних класів ландшафтних комплексів ВЗ та ПЗС Дністровського гідровузла за тридцятирічний період



Таблиця 1. Динаміка площ ландшафтних комплексів водоохоронних територій у межах Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС за 30 років

Тип ландшафту	Площа, км ²					
	ВЗ (буфер 2,5 км)			ПЗС (буфер 200 м +)		
	1985	2000	2015	1985	2000	2015
1	2	3	4	5	6	7
Ліси та рідколісся	156,72	170,54	261,32	117,69	130,72	178,49
Чагарники	69,00	68,35	41,54	40,84	30,99	13,31
Лугові комплекси	152,33	146,42	92,23	80,27	57,90	36,21
Рілля	528,97	486,75	473,90	40,26	30,54	26,72
Селітебні ландшафти	148,51	152,95	159,34	4,78	1,96	4,59
Водні комплекси	103,53	136,63	128,10	103,53	136,63	128,10

годнішній стан та використання земель водоохоронних територій на сьогодні практично немає, що створює широке поле для непорозумінь та зловживань під час їх використання та призводить до інтенсивної деградації аквальної екосистем [3].

Головним постулатом успішного запровадження системи управління водними ресурсами, у тому числі і розроблення Правил експлуатації гідренергетичного комплексу, є наявність достовірної наукової інформації щодо змін, що відбуваються на водозборі. Параметри водоохоронної зони (ВЗ) та прибережних захисних смуг (ПЗС) Дністровського водосховища визначено понад 30 років тому, а саме: у проекті Дністровської ГЕС Харківською філією інституту "Союзгіпролесхоз" у 1982 р. визначено параметри водозахисної зони водосховищ ГЕС (690-8-Т11); у 1992 р. у розробленій тим же інститутом робочій документації відкориговано параметри та обсяги робіт у водоохоронній зоні (732-8-Т92) згідно з робочим проектом "Водоохоронних зон водосховищ Дністровського комплексного гідровузла", зробленого інститутом "Укрдипроводгосп" на замовлення Дністровського басейнового водогосподарського

об'єднання. Крім того, Харківською філією інституту "Союзгіпролесхоз" у 1988 р. зроблено робочу документацію щодо захисту та декоративного озеленення зони верхнього водосховища та основних споруд ГАЕС (732-8-Т47). Проектну документацію щодо винесення в природу меж ВЗ та ПЗС погоджено на місцевому рівні, проте подальшої інформації про її втілення не виявлено. Лісомеліоративні заходи з метою укріплення берегів та зупинення ерозійних процесів здійснено під час будівництва

Дністровського водосховища [4].

Саме тому метою наших досліджень є уточнення теперішнього стану водоохоронних територій Дністровського гідровузла та змін, що тут відбулися в результаті природних та антропогенних перетворень.

Дослідженнями будь-яких змін, що відбуваються в екосистемі, передбачено часовий порівняльний аналіз. Надзвичайно важливим є подібний підхід й у випадку оцінки різних видів антропогенних трансформацій та здійснення екологічного моніторингу. Серед сучасних методів контролю екологічної ситуації найефективнішими є методи, засновані на використанні геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Актуальним є використання результатів дистанційного моніторингу у разі здійснення досліджень змін ландшафтно-структури великих природних об'єктів, для яких здійснювати регулярні польові дослідження складно та дорого [5]. Потрібно здійснювати такі дослідження також у тому випадку, коли дослідники стикаються з браком матеріалів ретро-

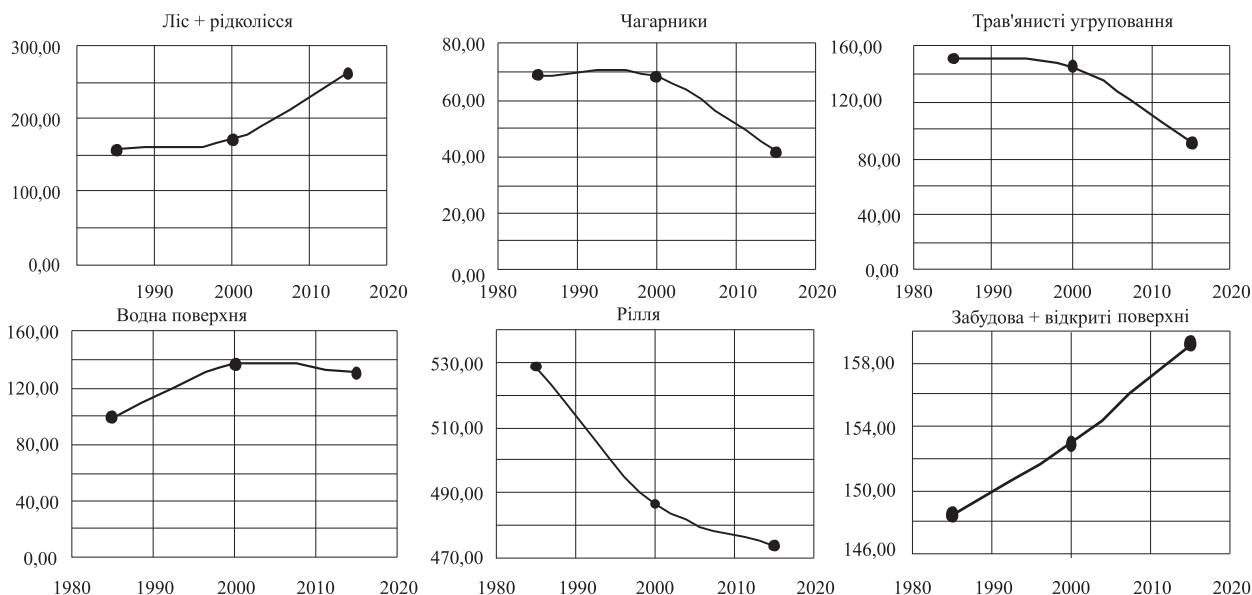


Рис. 3. Трансформація ландшафтів у межах ВЗ Дністровського гідровузла протягом 30 років



спективних даних (власних, чи опублікованих), аби охопити достовірний часовий проміжок.

Матеріали та методи. Оцінку ландшафтної структури водоохоронних територій Дністровського комплексу ГЕС та ГАЕС здійснено шляхом дешифрування ретроспективних рядів космічних знімків, для чого використано космічні знімки зі супутників "Landsat" за 3 періоди: "Landsat 5 TM" (дата 17.08.1985), "Landsat 7 ETM+" (дата 05.06.2000) та "Landsat 8 OLI" (дата 25.07.2015) із просторовим розрізненням 30 м/піксель за 1985 рік та 15 м/піксель за 2000 та 2015 роки. Для оброблення та інтерпретації даних ДЗЗ використано програмні пакети "ERDAS IMAGINE 2011" (Leica Geosystem Inc.), "ArcGis" та "QGis". Для оцінки площі складових територій використано процедуру тематичного оброблення супутникових даних, результатом якої є карти природно-територіальних комплексів (ПТК). Для класифікації різних типів об'єктів, наведених на знімках "Landsat", застосовано піксельно-орієнтований класифікатор, побудований на штучних нейронних мережах [6, 7]. Розпізнавання здійснено із використанням моделі нейронної мережі багатопарового Перцептрона (MLP), де входними ознаками є дані спектральних каналів, а також значення нормалізованого вегетаційного (NDVI) та водного (NWI) індексів. Як дешифрувальні ознаки використано спектральні яскравості, що відображають поверхні виділених класів [8].

В умовах об'єкту досліджень, згідно з наявними планами відведення ВЗ, ширина ВЗ коливається у межах від 1 до 5 км, пересічно становлячи 2,5 км, а ширина ПЗС – 100 м. У зв'язку з каньйонним типом і крутими береговими схилами Дністровського водосховища ширина ПЗС за всією довжиною водойми подвоюється й становить 200 м. У тих місцях, де ПЗС межує з ярами та лісовими насадженнями, вони потрапляють до меж ПЗС [9].

Базуючись на зазначеному, для оцінки трансформації ВЗ та ПЗС Дністровського гідровузла ми обрали 2 буфери (Рис. 1), ширина першого – 2,5 км (усереднені дані ширини ВЗ), ширина другого – 200 м (ширина ПЗС). Буфери закладено на найстаршому знімку – періоду 1985 року, і за ним обриси ВЗ та ПЗС перенесено на полігони новіших знімків (2000 та 2015 років). Для буферу завширшки 200 м – ПЗС – межі відкореговано вручну із урахуванням особливостей сучасної ландшафтної структури узбережжя водосховища.

У результаті дешифрування космічних знімків отримано 6 карт (по 3 на кожний буфер), що є ретроспективними рядами ландшафтних комплексів ВЗ та ПЗС за тридцятирічний період.

Класифікацію знімків здійснено на основі різних типів спектральної яскравості відбиваю-

чих поверхонь залежно від довжини хвилі. Віднесення тієї або іншої ділянки досліджень до конкретного типу ландшафту здійснено шляхом уточнення його структури під час польових досліджень. У межах водоохоронних територій Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС виділено 6 основних класів відбиваючих поверхонь на 6 типах ландшафтних комплексах (Рис. 2):

- 1) ліс та рідколісся;
- 2) чагарникова рослинність;
- 3) лугові (трав'янисті) комплекси;
- 4) водні комплекси;
- 5) селітебні ландшафти (забудова, дороги, інші антропогенні комплекси);
- 6) агроландшафти (сільгоспугіддя).

Результати досліджень. Здійснено аналіз на площі 1160 км² прибережних територій та акваторій Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС, 285 км² (25 % з них умовно можна віднести до ПЗС). Для усіх 6 карт розподілу ландшафтних комплексів визначено площі типів ландшафтів (Табл. 1). Перші 3 комплекси є природними ландшафтами, решта – антропогенно зміненими (водні комплекси також можна розглядати як антрополадшафти, оскільки водосховища – штучні за походженням).

Аналіз трансформації ландшафтних комплексів водоохоронних територій Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС за останні 30 років показав ряд змін, що відбулися тут (Рис. 3).

Дешифрування космічних знімків показало значне збільшення (майже на 2/3 – 100 км²) лісової рослинності у межах водоохоронних територій Дністровського гідровузла, паралельно майже на таку саму величину зменшилися площі трав'янистих угруповань (степових та лугових) та чагарників. Це зумовлено, з одного боку, здійсненим у кінці минулого століття лісомеліоративних робіт на схилах Дністровського водосховища, з іншого – зміною традиційних типів господарювання у регіоні (насамперед, припиненням сінокосіння, що сприяло заростанням лугових ділянок лісом). Зменшення чагарникових комплексів також пояснюється переходом цього типу ландшафту до лісового (Рис. 2). Паралельно спостерігається незначне зменшення агроугідь – за період досліджень їх площі скоротилися на 10% – з 530 км² у 1985 р. до 475 км² – у 2015 р. Площі населених пунктів та відповідної інфраструктури за період досліджень збільшилися на 8 %.

У межах ВЗ Дністровського комплексного гідровузла протягом останніх 30 років спостерігається незначне збільшення частки природ-



Рис. 4. Трансформація берегової лінії Дністровського водосховища у районі сел Вороновиці (А) та Непоротове (Б) за тридцятирічний період. Жовтим кольором позначено берегову лінію станом на 1985 рік, а червоним - станом на 2015 рік



Рис. 5. Приклад замулення верхніх ділянок водосховища у північній частині м. Хотина (поблизу замку) на космічних знімках QuickBird з ресурсу Google Планета Земля (жовтим кольором на всіх зображеннях нанесено берегову лінію водосховища станом на 2003 рік).

них ландшафтів (до 39 % від загальних площ на противагу 36 %, що фіксувалися у 1985 році).

У результаті аналізу даних дешифрування космічних знімків визначено за тридцятирічний період досліджень збільшення майже на чверть

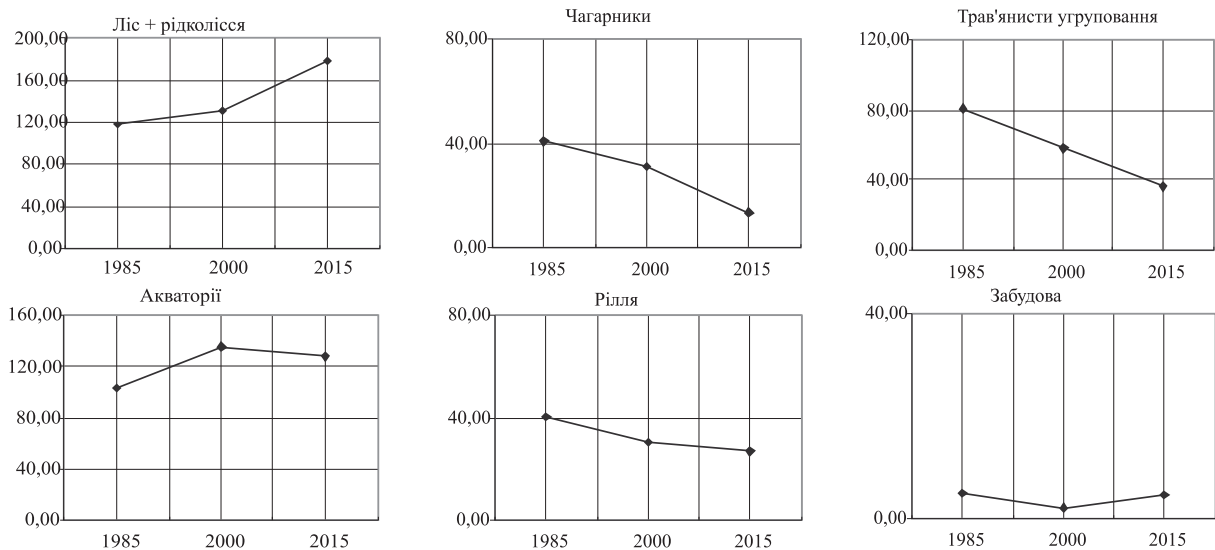
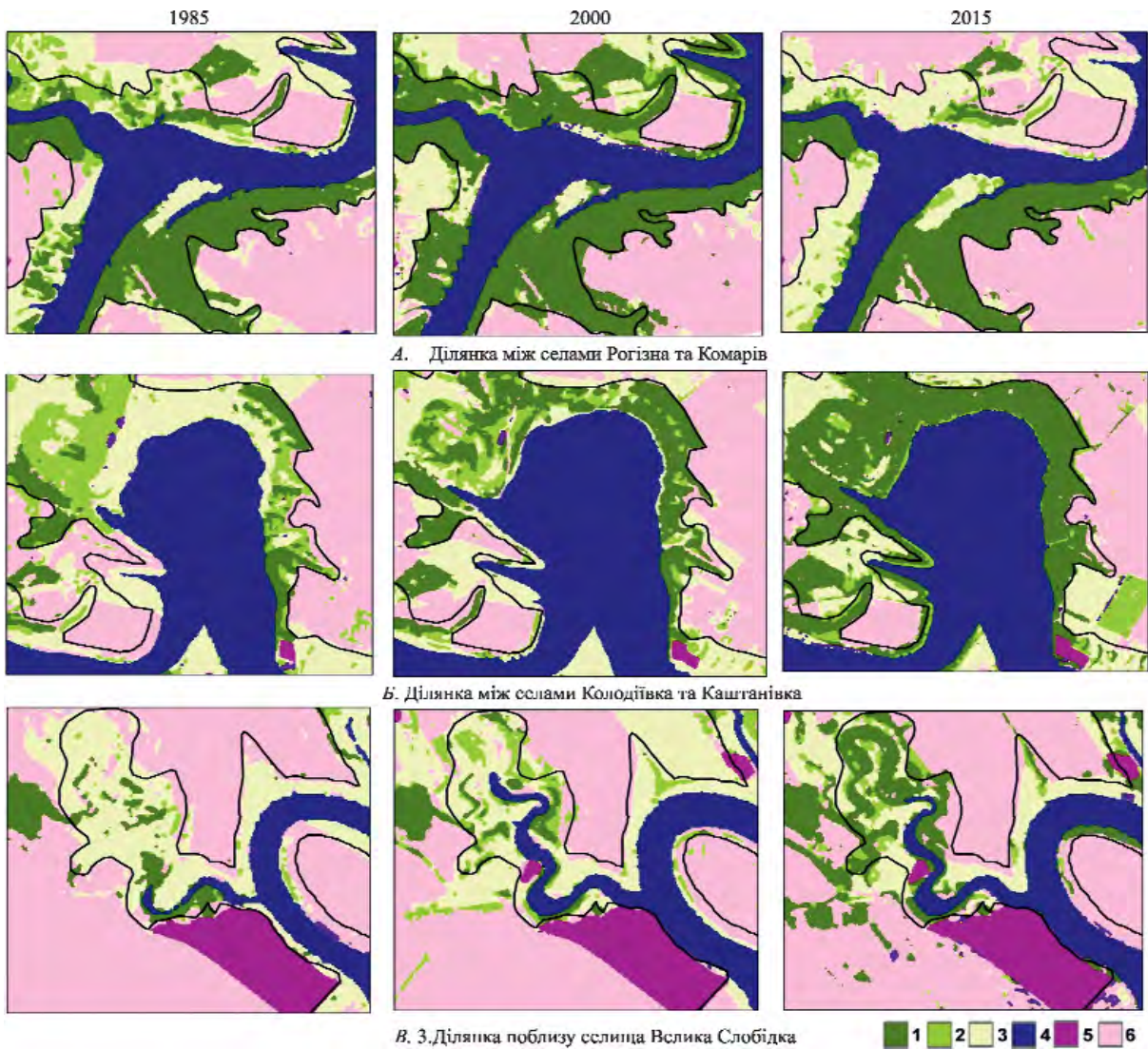


Рис. 6. Трансформація ландшафтів у межах ВЗ Дністровського гідровузла протягом 30 років



1) ліс та рідколісся; 2) чагарникова рослинність; 3) лугові (трав'янисті) комплекси; 4) водні комплекси; 5) селітебні ландшафти (забудова, дороги, інші антропогенні комплекси); 6) агроландшафти (сільгоспугіддя).

Рис. 7. Деталізовані фрагменти карт розподілу основних класів ландшафтних комплексів ПЗС Дністровського гідровузла за тридцятирічний період

площі водного дзеркала водосховищ: із 104 км² у 1985 р. до 128 км² – у 2015 р. (Рис. 5). Збільшення акваторій водосховища відбулося у процесі заповнення водосховища за період 1985 – 1987 років та внаслідок процесів берегової абразії. Деяке зменшення тренду у 2015 р. пояснюється тим, що цей рік був одним із наймаловодніших за період існу-

вання Дністровського водосховища – влітку цього року осушення зазнали більш як 8 км² акваторій.

Дешифровка ретроспективних рядів космічних знімків дозволяє детально проаналізувати лінійну переробку берегів та інтенсивність абразійних процесів (Рис. 4). Найінтенсивніші процеси переробки берегів відзначено в районі населених пунктів Во-

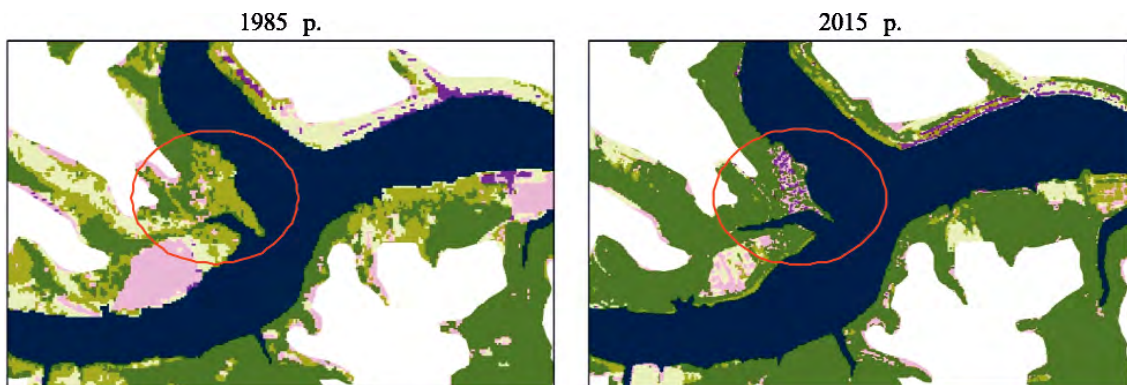


Рис. 8. Приклад незаконної забудови ПЗС на ділянці Дністровського водосховища (район с. Стара Ущиця) за результатами дешифрування космічних знімків



роновиці (А), Непоротове (Б), Кормань (В) та Стара Ушиця (Г). На верхніх ділянках Дністровського водосховища (відрізок від с. Атаки до м. Хотин) також спостерігається замулення річища внаслідок акумуляції твердого стоку р. Дністра (Рис. 5).

Прибережні захисні смуги – ділянки, що є останнім бар'єром на шляху стічних вод та негативних впливів, що формуються на водозбірних територіях. Від їх стану почасти залежить якість води у водоймі та стан поселень гідробіонтів. Саме тому законодавством їх оголошено територіями обмеженого господарського використання [2]. На Рис. 7 наведено фрагменти деталізації схем карт розподілу класифікованих ландшафтних комплексів у межах ПЗС Дністровського комплексного гідровузла за період 1985 – 2015 рр.

Аналіз трансформації ландшафтних комплексів прибережних захисних смуг Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС за останні 30 років показав схожі результати з такими для ВЗ (Рис. 6), а саме: площа лісової рослинності у межах особливо охоронних територій протягом останніх 30 років збільшилась на половину (із 120 км² до 180 км²); спостерігається майже на 50 % зменшення площ чагарникової та трав'янистої рослинності.

Збільшення площ лісової рослинності відбулося внаслідок заростання ярів та припинення ерозійних процесів, а також наявність природного заміщення лугової рослинності на чагарникову та – у подальшому – на лісову (Рис. 7, А).

Результатами дешифрування космічних знімків визначено, що у межах ПЗС – земель, де заборонено здійснення будь-якої господарської діяльності – на сьогодні є понад 26 км² сільгоспугідь та 4,5 км селітебних територій.

Деталізацією окремих полігонів на космічних знімках визначено порушення режиму ПЗС внаслідок забудови узбережжя Дністровського водосховища (Рис. 6. Рис. 7 Б, В).

До позитивних тенденцій організації ландшафтно-територіальної структури водоохоронних територій Дністровського гідровузла ГЕС та ГАЕС слід віднести те, що загалом частка природних ландшафтів у межах ПЗС протягом останніх 30 років безперервно збільшувалася та досягла в 2015 р. 88 %.

Отримані результати досліджень підтверджують застарілість наявних проектів відведення ВЗ та ПЗС і необхідність розроблення нових проектів із відповідним погодженням із органами місцевого самоврядування та подальшим винесенням в натуру.

Висновки. Застарілість даних щодо відведення водоохоронних територій більшості водних об'єктів України потребують уточнення стану територій водоохоронних зон (ВЗ) та прибережних

захисних смуг (ПЗС) на сьогодні. Використання сучасних методів дистанційного зондування Землі та дешифрування космічних знімків дає змогу якісно оцінити трансформацію ландшафтно-територіальної структури водоохоронних територій за рахунок природних та антропогенних процесів.

У результаті класифікації космічних знімків на основі різних типів спектральної яскравості відбиваючих поверхонь залежно від довжини хвилі у межах водоохоронних територій Дністровського комплексного гідровузла визначено поступове збільшення протягом останніх 30 років частки природних ландшафтів: у водоохоронних зонах – до 39 %, у прибережно-захисних смугах – до 88 % від загальних площ. У межах ПЗС на сьогодні є понад 26 км² сільгоспугідь та 4,5 км селітебних територій. Наявна структура водоохоронних територій Дністровського комплексного гідровузла є задовільною, проте не є оптимальною й потребує збільшення частки природних комплексів на 10 %.

Отримані результати досліджень підтверджують застарілість наявних проектів відведення ВЗ та ПЗС і необхідність розроблення нових проектів із відповідним погодженням із органами місцевого самоврядування та подальшим винесенням в натуру.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Поліщук В.В.* Малі річки України та їх охорона. – К.: Тов. "Знання УРСР", 1988. – 32 с.
2. *Водний кодекс України* // "Голос України" – 1995. – 20 лип. – № 133
3. *Дубняк С.С., Дубняк С.А.* Оцінка стану і проблеми законодавчого регулювання водоохоронних зон водних об'єктів України // "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія": Наук. збірник. – К.: ВГЛ "Обрії", 2005. – Том 7. – С. 25 – 39.
4. *Вакулюк П.Г.* Нариси з історії лісів України [Текст] / П. Г. Вакулюк. – Фастів: "Поліфаст", 2000. – 624 с.
5. *Зуб Л.М., Томченко О.В.* Оценка трансформации водно-болотных угодий с использованием космической информации Дистанционного Зондирования земли (на примере верховой Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. – 2015. – Т. 51, № 6. – С. 29 – 40.
6. *Новотарський М.А.* Штучні нейронні мережі: обчислення / М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко // Праці Інституту математики НАН України. – К.: Ін-т математики НАН України, 2004. – Т. 50. – 408 с.
7. *Decatur S.E.* Proc. Internat. Joint Conf. on Neural Networks / S.E. Decatur. – Washington, DC, 1989. – Vol. 1. – P. 283–288.
8. *Шовенгердт Р.А.* Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М.: "Техносфера", 2010. – С. 560.
9. *Проектування, упорядкування та експлуатація водоохоронних зон водосховищ.* ВБН 33-4759129-03-05-92, видання офіційне. Держводгосп України, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – К. – 1993. – 74 с.