Наукова робота на здобуття Державної премії України
в галузі науки і техніки за 2017 рік

ОЦІНКА, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СТАНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ

(цикл наукових праць)

Представлено
Українським гідрометеорологічним інститутом
Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України

м. Київ
2017

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

ОСАДЧИЙ Володимир Іванович
чл.-кор. НАН України, д-р. геогр. н.

НАБИВАНЕЦЬ Юрій Богданович
канд. геогр. н.

Інститут гідробіології НАН України

ПРОТАСОВ Олександр Олексійович
д-р. біол. н., професор

Линник Петро Микитович
д-р. хім. н., професор

ЩЕРБАК Володимир Іванович
д-р. біол. н., професор

Інститут гідромеханіки НАН України

НИКИФОРОВИЧ Євген Іванович
чл.-кор. НАН України, д-р. фіз.-мат. н., професор

Національноий технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

КОРНІЛОВИЧ Борис Юрійович
чл.-кор. НАН України, д-р. хім. н., професор

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ Валентин Кирилович
заслужений діяч науки і техніки України, д-р. геогр. н., професор

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА МЕТА РОБОТИ

В умовах глобальних кліматичних змін та їх проявів на регіональних рівнях, різких коливальних процесів у світовій та вітчизняній економіці, наближення природоохоронної діяльності та діяльності у сфері природокористування та відповідного законодавства до європейських стандартів, зростаючого антропогенного тиску на довкілля, а саме – на водні екосистеми України, постала нагальна потреба у розробленні принципово нових підходів до оцінки, контролю та оптимізації взаємодії суспільства та природного середовища. Поєднаний вплив багатьох природних та антропогенних чинників на формування хімічного складу та якості поверхневих вод і різноманіття біологічних компонентів водних екосистем зумовив необхідність створення як сучасної хіміко-аналітичної та експериментальної бази досліджень, так і розроблення нових принципів і методологічних засад дослідження гідрофізичних, абіотичних та біотичних процесів у водних екосистемах в градієнті антропогенної залежності – від водних об'єктів природно-заповідного фонду, антропогенно порушених водойм і водотоків до техноекосистем.

Таким чином, основною метою роботи було розроблення та системне поєднання новітніх принципів, підходів, методів оцінювання та прогнозування якості поверхневих вод України та стану водних екосистем та їхнього біологічного різноманіття, реалізація отриманих напрацювань для забезпечення охорони, збереження та раціонального та екологічно безпечного використання водних об'єктів і їхніх водозбірних басейнів на основі створення нових наукових концепцій, моделей, технологій аналізу отриманих даних.

У циклі праць знайшли відображення об'єднані єдиною метою та спрямуванням методологічні та методично-прикладні розробки та результати їхньої реалізації за наступними головними напрямами.

НАПРЯМ 1. "Аналітична, експериментальна та системна гідрохімія й гідроекологія"

***– нові методологічні принципи і підходи*:**

• концепція системних гідрохімічних досліджень, які базуються на поєднанні загальногеографічних підходів до вивчення умов і чинників формування хімічного складу поверхневих вод з теоретично-експериментальними підходами до вивчення фізико-хімічних процесів трансформації речовин у водному середовищі;
• принципи термодинамічного моделювання, яке застосовується для теоретично-прикладного вивчення процесів формування хімічного складу поверхневих вод;
• концепція "буферної ємності" водних екосистем та їхнього самоочищення;
• концепція дослідження співіснуючих форм металів у водних об'єктах;
• концепція оцінки еколого-токсикологічної ситуації у водоймах за співвідношенням "вільних" йонів металів як найбільш токсичної їхньої форми, і комплексних сполук з органічнми та неорганічними лігандами;
• врахування закономірностей формування хімічного складу поверхневих вод в умовах значного теплового навантаження, спричиненого тепловими і атомними електростанціями.

***– нові методично-прикладні рішення*:**

• методи та методики визначення різноманітних хімічних речовин та їхніх сполук у окремих компонентах водних екосистем;
• комплексні моделі оцінювання й прогнозування стану та якості поверхневих вод;
• програмно-моделювальний комплекс для термодинамічних розрахунків форм знаходження речовин і хімічних елементів у різних типах природних вод;
• архітектура універсальної інформаційно-аналітичної системи (ІАС) для інтегрованого накопичення та візуалізації даних щодо оцінювання та прогнозування стану і якості поверхневих вод;
• методи оцінки та схеми ремобілізації важких металів з донних відкладів;
• моделі моніторингу й прогнозування стану водних об'єктів та водних екосистем при істотному тепловому забрудненні;
• комплекс сучасних фізико-хімічних методів розділення та аналізу співіснуючих форм металів у поверхневих водах.

Системні гідрохімічні дослідження

Географічні підходи

- Дослідження складу поверхневих вод окремих регіонів (річкових басейнів)
- Дослідження просторово-часової динаміки окремих компонентів
- Визначення природних та техногенних чинників формування хімічного складу
- Балансові розрахунки, стік речовин
- Гідрохімічне картування

Фізико-хімічні підходи

Вивчення основних процесів трансформації, міжфазового обміну, акумуляції речовин

- Розчинення
- Вилуговування
- Сорбція та іонний обмін
- Випаровування
- Дифузія
- Гідроліз та утворення важкорозчинних гідроксидів
- Утворення малорозчинних сполук
- Співосадження
- Окиснення - відновлення

Дослідження співіснуючих форм металів у природних водах

знижання токсичності

Розчинені форми металів:

“вільні” йони $(M_{aq})^{n+}$;

- **комплекси з неорганічними лігандами MCl_m^{n-m}, $(MHCO_3)^{n-2}$**
- **комплекси з низько- і макромолекулярними органічними лігандами (амінокислоти, білковоподібні речовини, гумінові і фульвокислоти).**

“Вільні” йони нікелю (Ni^{2+}) в два рази токсичніші, ніж його комплексні сполуки; Cr(VI) – канцероген, значно токсичніший, ніж Cr(III); V(V) токсичніший, ніж V(IV); As(III) в 70-100 разів токсичніший, ніж As(V).

Визначення токсичних форм металів у природних водах

Йони металів не зазнають деструкції, а лише перерозподіляються між компонентами водної екосистеми і накопичуються у них

Як оцінити якість води і водного середовища?

Загальна концентрація металів у воді – лише рівень забруднення водойми – *не відображає реальну токсичність!*

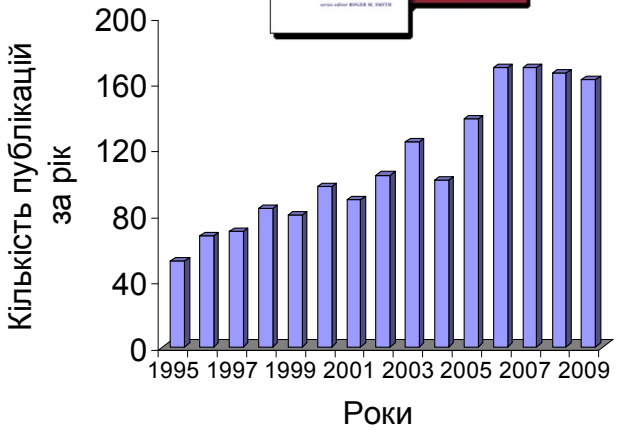
Вміст токсичних форм – *об'єктивна оцінка якості*

Cr(VI) – канцероген

Cr(III) – необхідний для життєдіяльності

As(III) – канцероген (LD_{50}=14 мг/кг)

Арсено-бетаін – нетоксичний (LD_{50}=>10000 мг/кг)



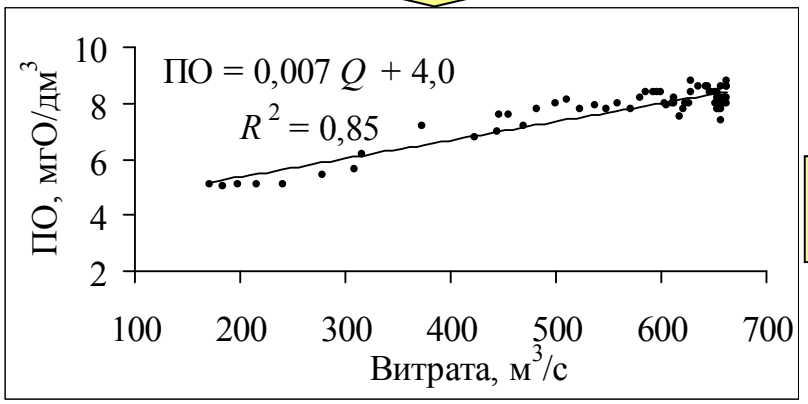
Кількість публікацій стосовно співіснуючих форм елементів у журналах видавництв Springer і Elsevier

Хемілюмінесцентний метод, метод інверсійної вольтамперометрії → Визначення потенційно токсичних форм металів

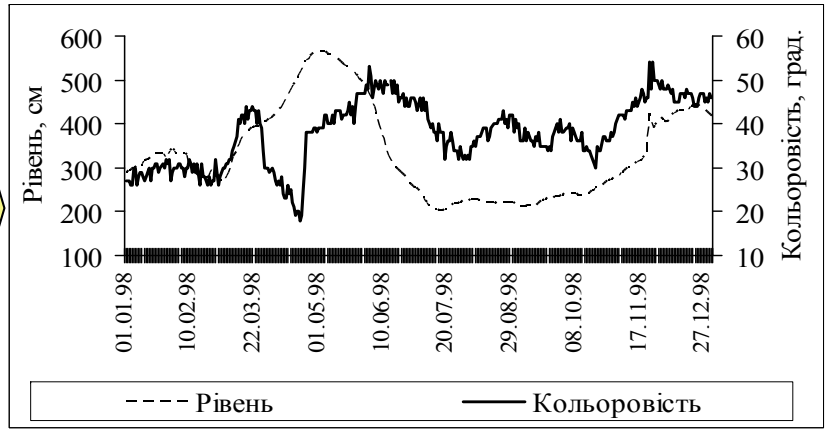
Люмінесцентний метод → Вивчення комплексоутворювальних властивостей гумусових речовин як складової буферної ємності водойм

Природні чинники формування хімічного складу поверхневих вод

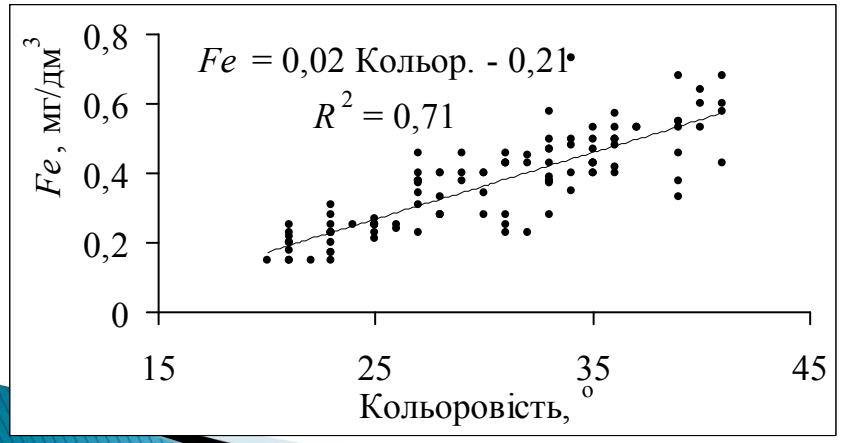
Органічні речовини



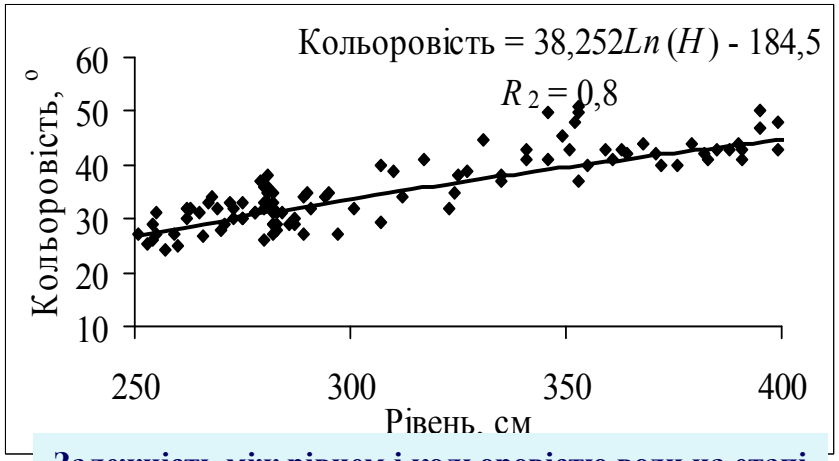
Залежність між величиною окиснюваності (ПО) і витратами води на етапі підйому рівнів фази водопілля в роки середньої водності (р.Десна, с.Літки, 2002 р.)



Динаміка рівнів та кольоровості води р.Десни (с.Літки), 1998 р.



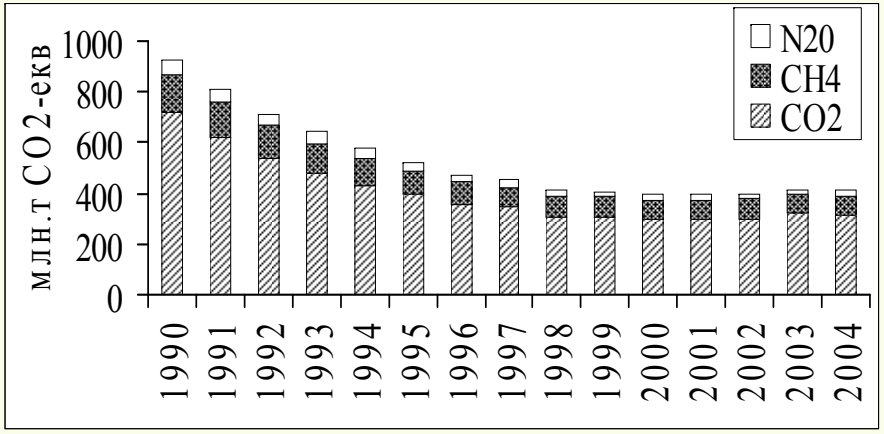
Взаємозв'язок між вмістом заліза й кольоровістю води (на прикладі р.Десна, с.Літки, 1993 р.)



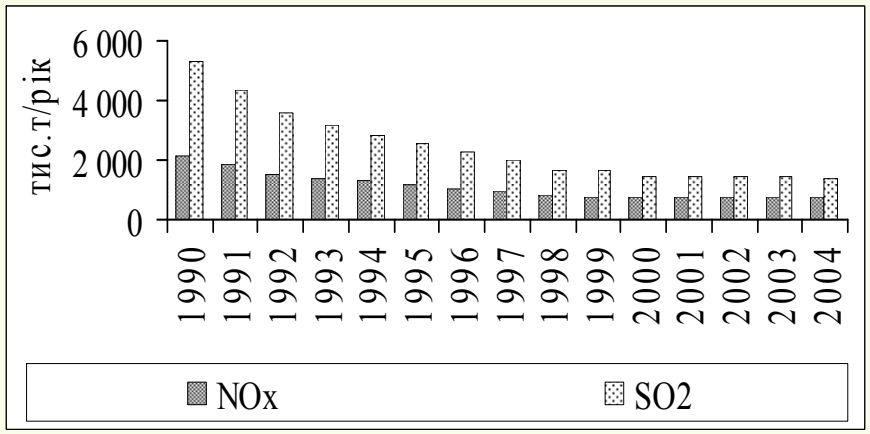
Залежність між рівнем і кольоровістю води на етапі підйому рівнів водопілля (на прикладі р.Десна, 1992–2002 рр.)

Антропогенні чинники формування хімічного складу поверхневих вод

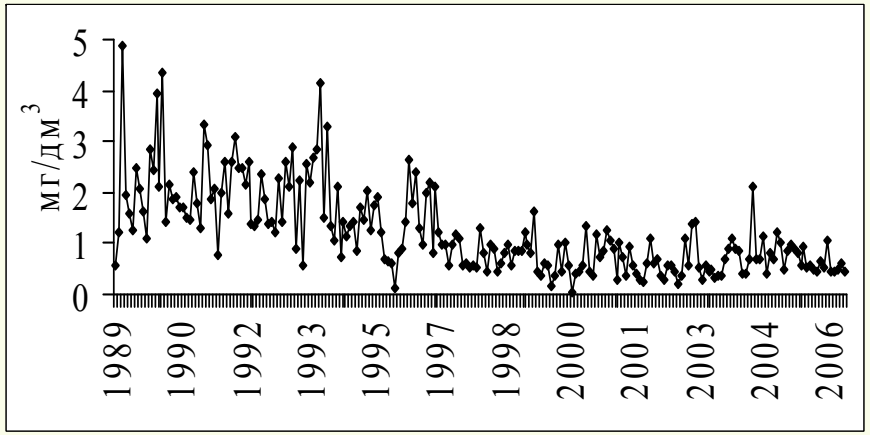
Викиди в атмосферу → ***Атмосферні опади***



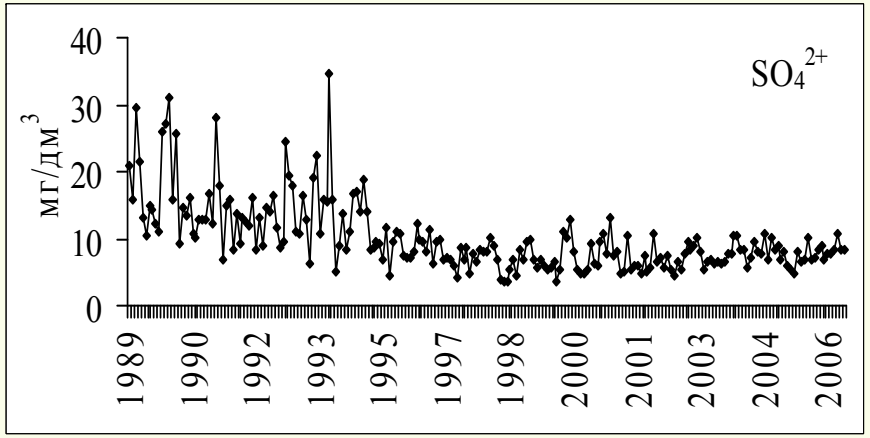
Викиди в Україні парникових газів прямої дії за період 1990–2004 рр.



Динаміка викидів NO_x та SO_2 у атмосферне повітря України протягом 1990–2004 рр.

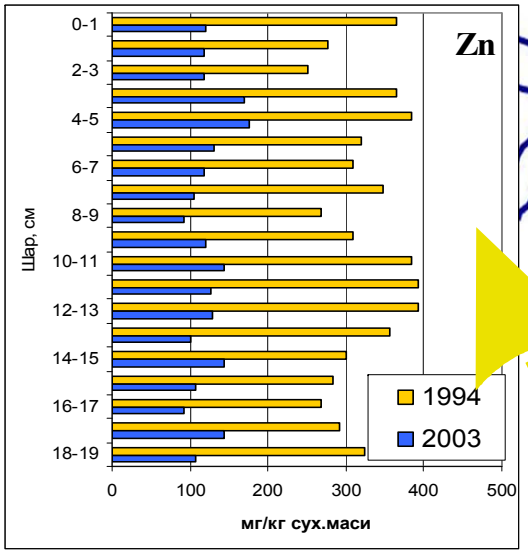


Динаміка вмісту іонів амонію у атмосферних опадах за період 1989–2006 рр.

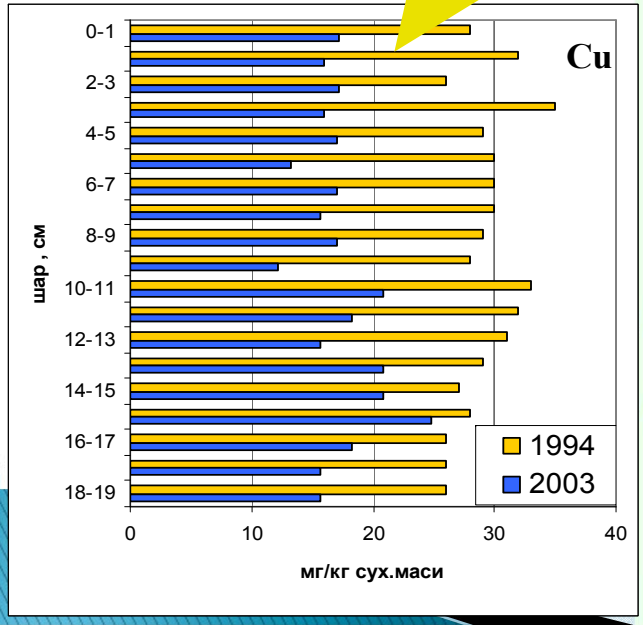


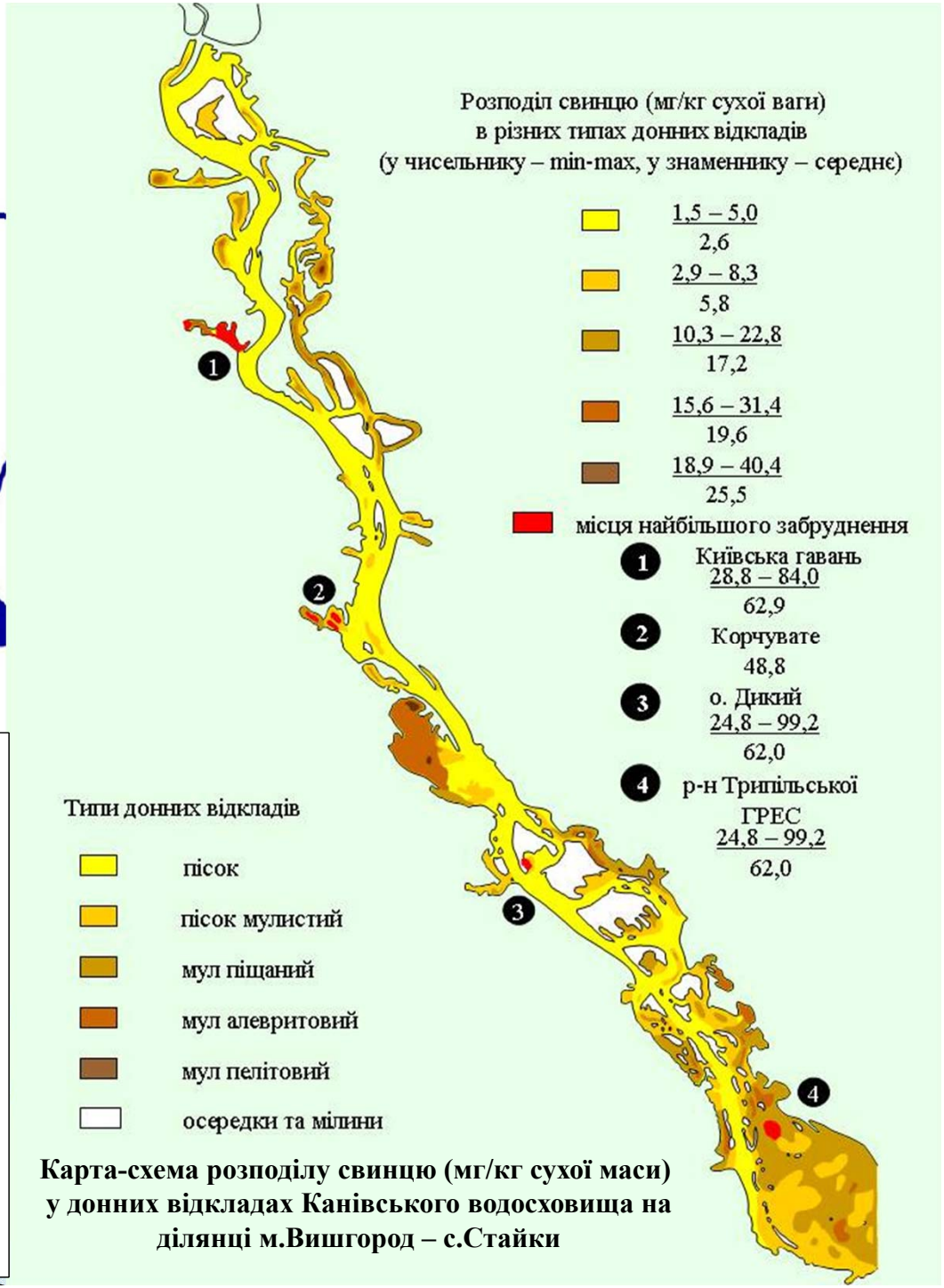
Динаміка вмісту сульфатних іонів у атмосферних опадах за період 1989–2006 рр.

Процес сорбції



Вертикальний розподіл Zn та Cu у донних відкладах Кременчуцького водосховища





Карта-схема розподілу свинцю (мг/кг сухої маси) у донних відкладах Канівського водосховища на ділянці м.Вишгород – с.Стайки

Трансформація іонного складу води водойми-охолоджувача в умовах високого теплового навантаження

Випаровувальне концентрування

Збільшення мінералізації води

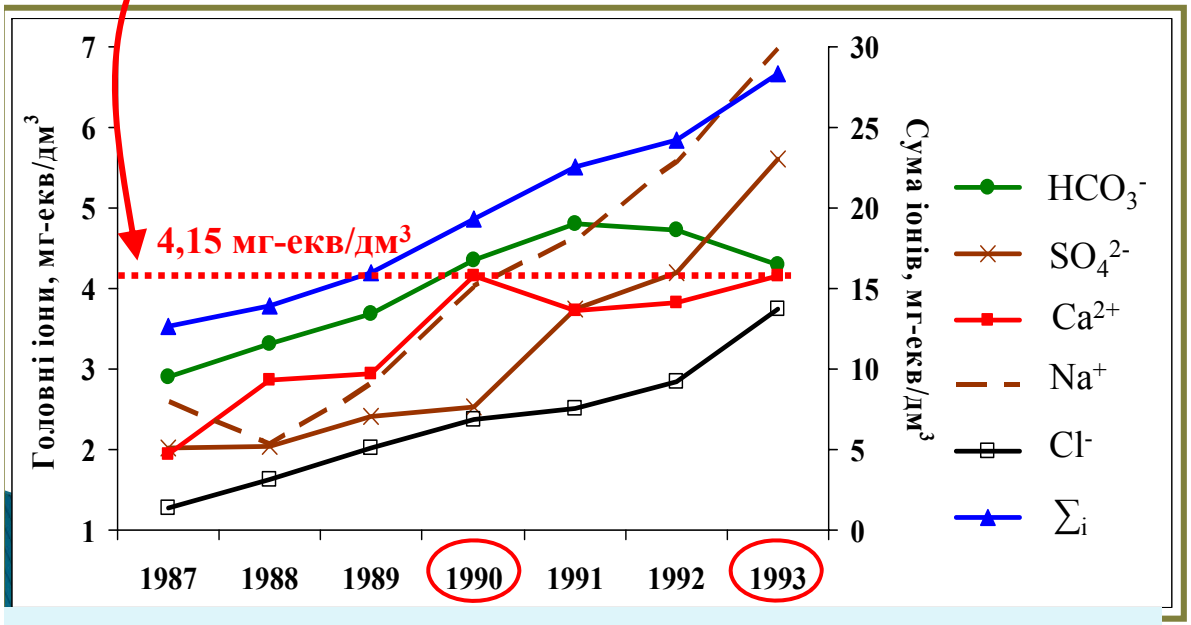
Збільшення концентрацій іонів розчинених солей

$2m\ Ca^{2+} > mHCO_3^- + 2m\ CO_3^{2-}$

Осадження $CaCO_3$

$m\ Ca^{2+} > m\ SO_4^{2-}$

Осадження $CaSO_4 \cdot 2H_2O$



Динаміка вмісту головних іонів і мінералізації води у ВО ЗАЕС за період її експлуатації в безпродувному режимі (1987–1993 рр.)

Послідовність осадження:

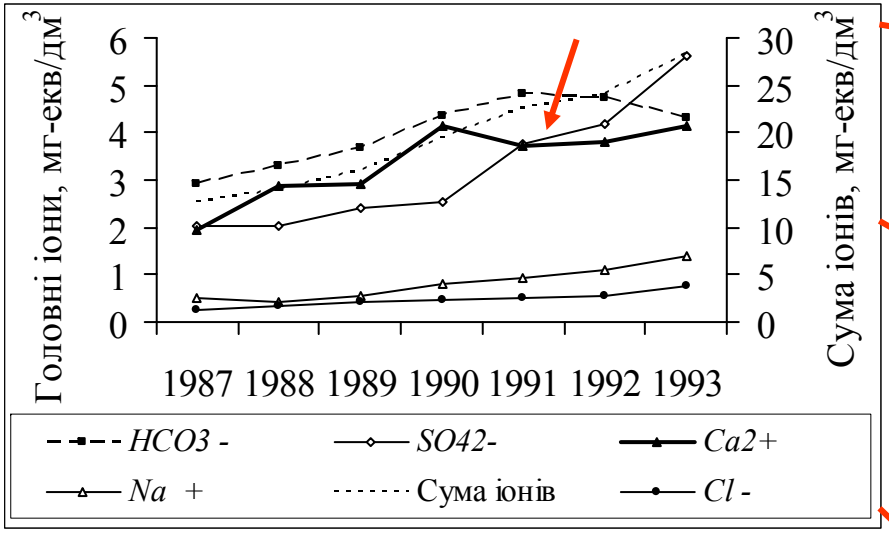
$\underline{CaCO_3 - CaSO_4 - NaCl}$

$Ca^{2+} > HCO_3^- + CO_3^{2+}$

$Ca^{2+} > SO_4^{2-}$

$lim\ Ca^{2+} = 4{,}15$ мг-екв/дм³

Процес випаровувального концентрування



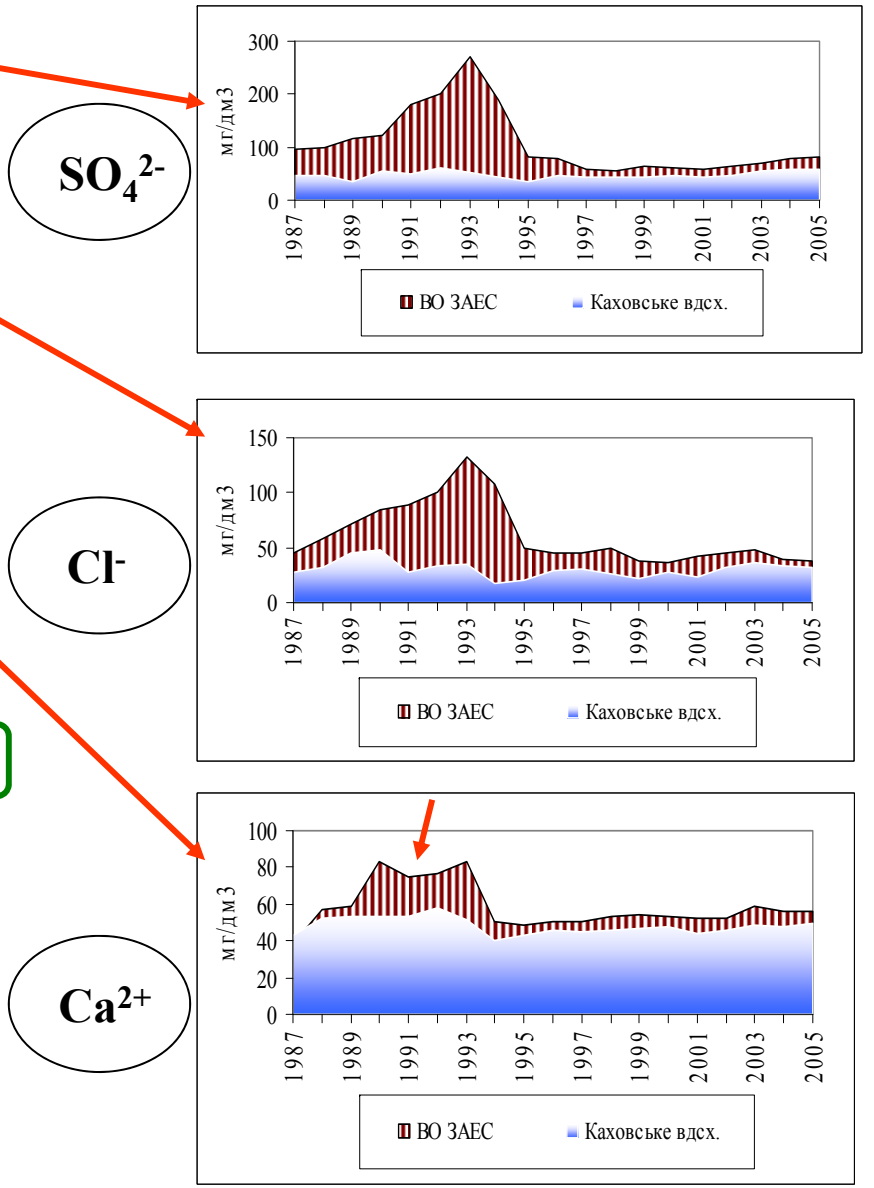
Динаміка вмісту головних іонів і мінералізації води у водоймі-охолоджувачі Запорізької АЕС у період його роботи в безпродувному режимі (1987–1993 рр.)

Закономірності зміни хімічного складу води ВО ЗАЕС

$Ca^{2+} > HCO_3^- + CO_3^{2+}$

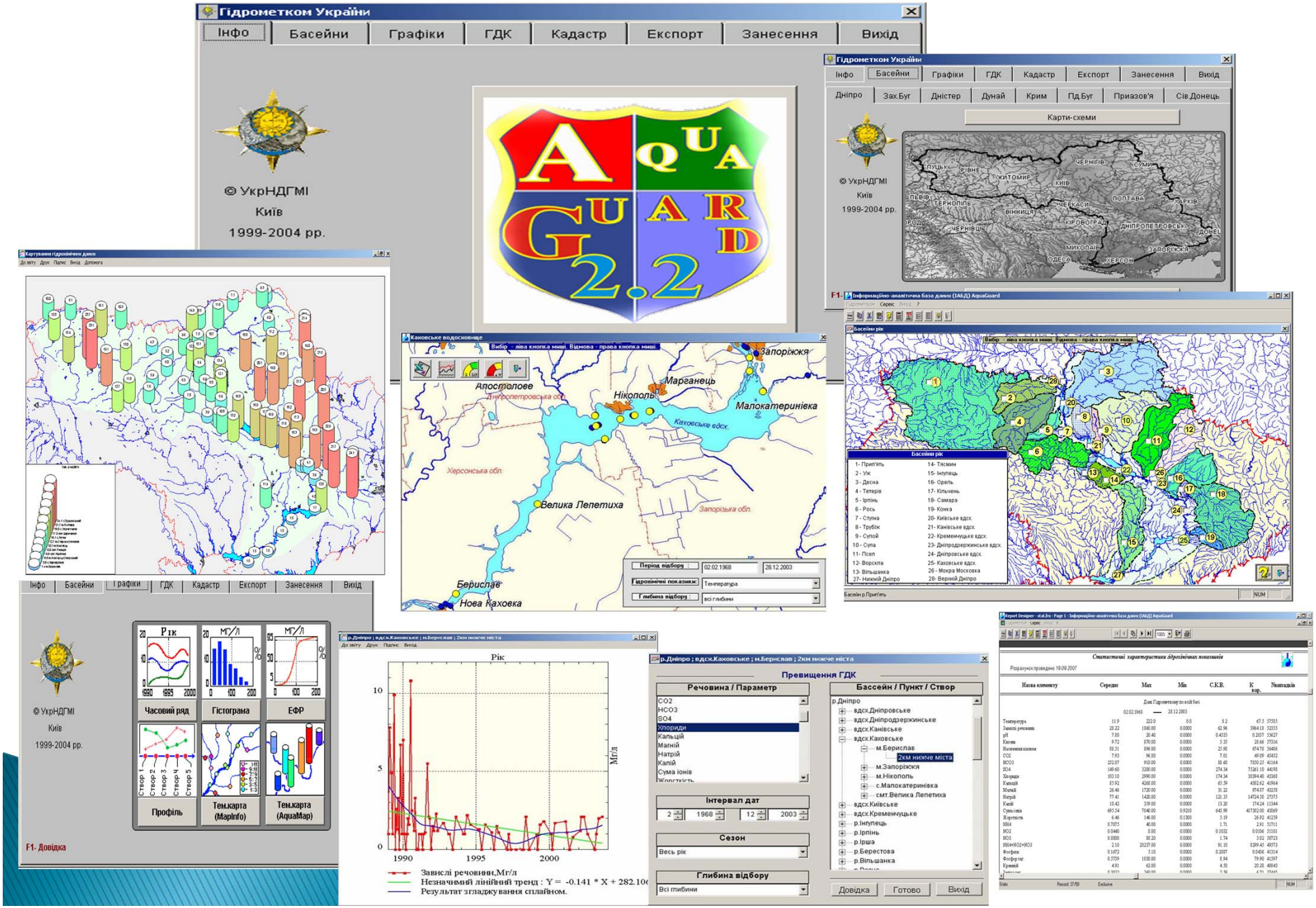
$Ca^{2+} > SO_4^{2-}$

$lim\ Ca^{2+} = 4{,}15$ моль/дм³

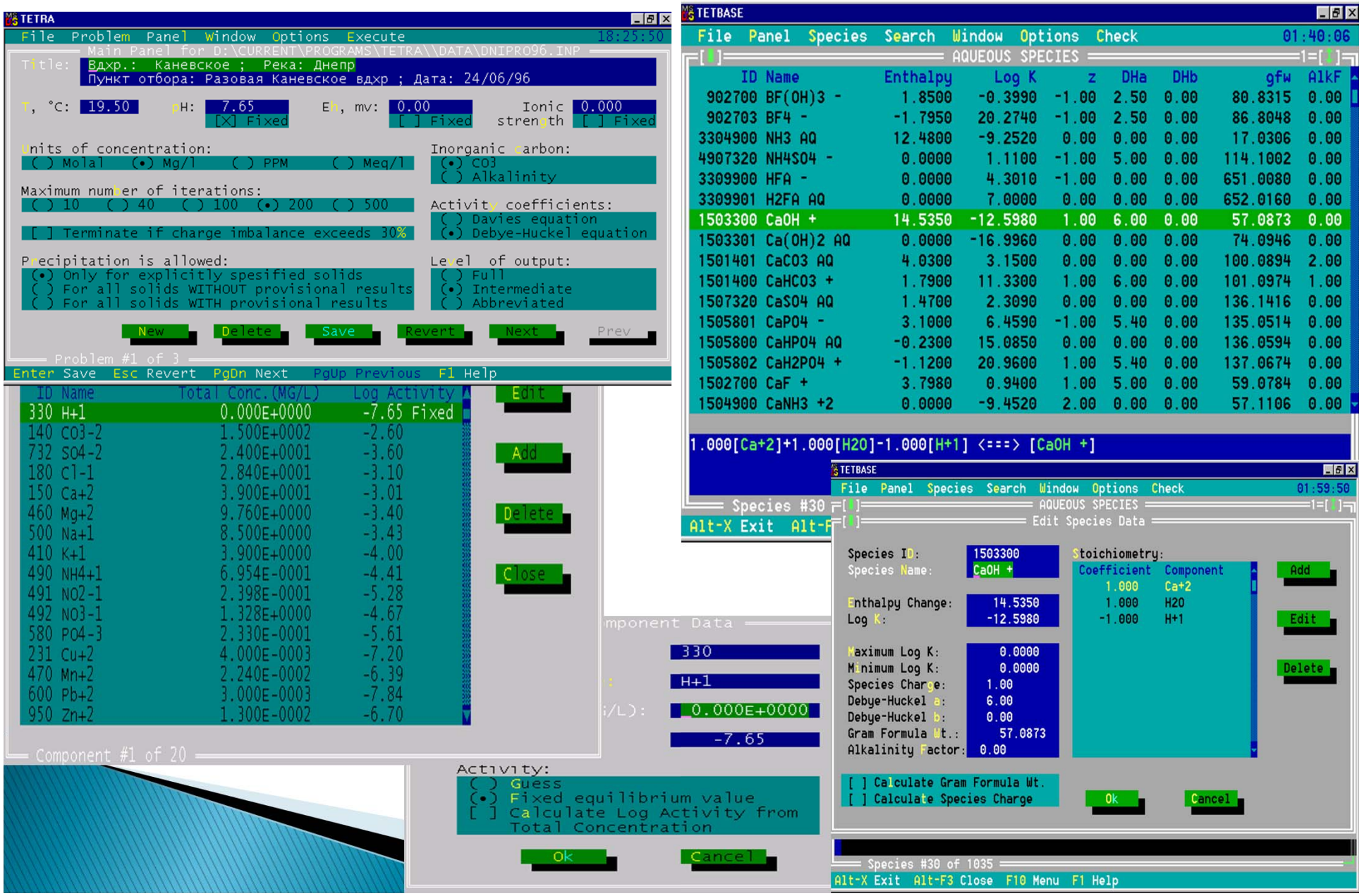


Багаторічна динаміка окремих іонів у воді ВО ЗАЕС і Каховского водосховища

Інформаційно-аналітична система *AquaGuard*



TETRA - програмний комплекс моделювання хімічних рівноваг



НАПРЯМ 2. “Регіональна та басейнова гідрохімія й гідроекологія”

***– нові методологічні принципи і підходи*:**

• засади територіально-часового різнорівневого оцінювання і прогнозування стану та якості поверхневих вод України;

• формалізація зонального, регіонального, басейнового та пооб’єктного аналізу гідроекологічної ситуації в Україні з метою обґрунтування ефективних комплексних природоохоронних заходів;

• концепція багатоджерельного отримання, збереження, обробки та поліваріантної тематичної візуалізації гідрохімічної інформації за ланцюжком “створ – річка – річковий басейн – поверхневі води України”;

• концепція зональних і басейнових гідрохімічних та гідроекологічних досліджень на експериментальних водозборах водно-балансових станцій.

***– нові методично-прикладні рішення*:**

• бази збагаторічних даних і методи картографування поверхневих вод України за елементами сольового складу, біогенними речовинами, важкими металами та органічними речовинами;

• методи гідрохімічного та гідроекологічного районування території України;

• моделі зв’язку між параметрами виробництва й ресурсокористування та вмісту хімічних речовин у атмосферних опадах і поверхневих водах України;

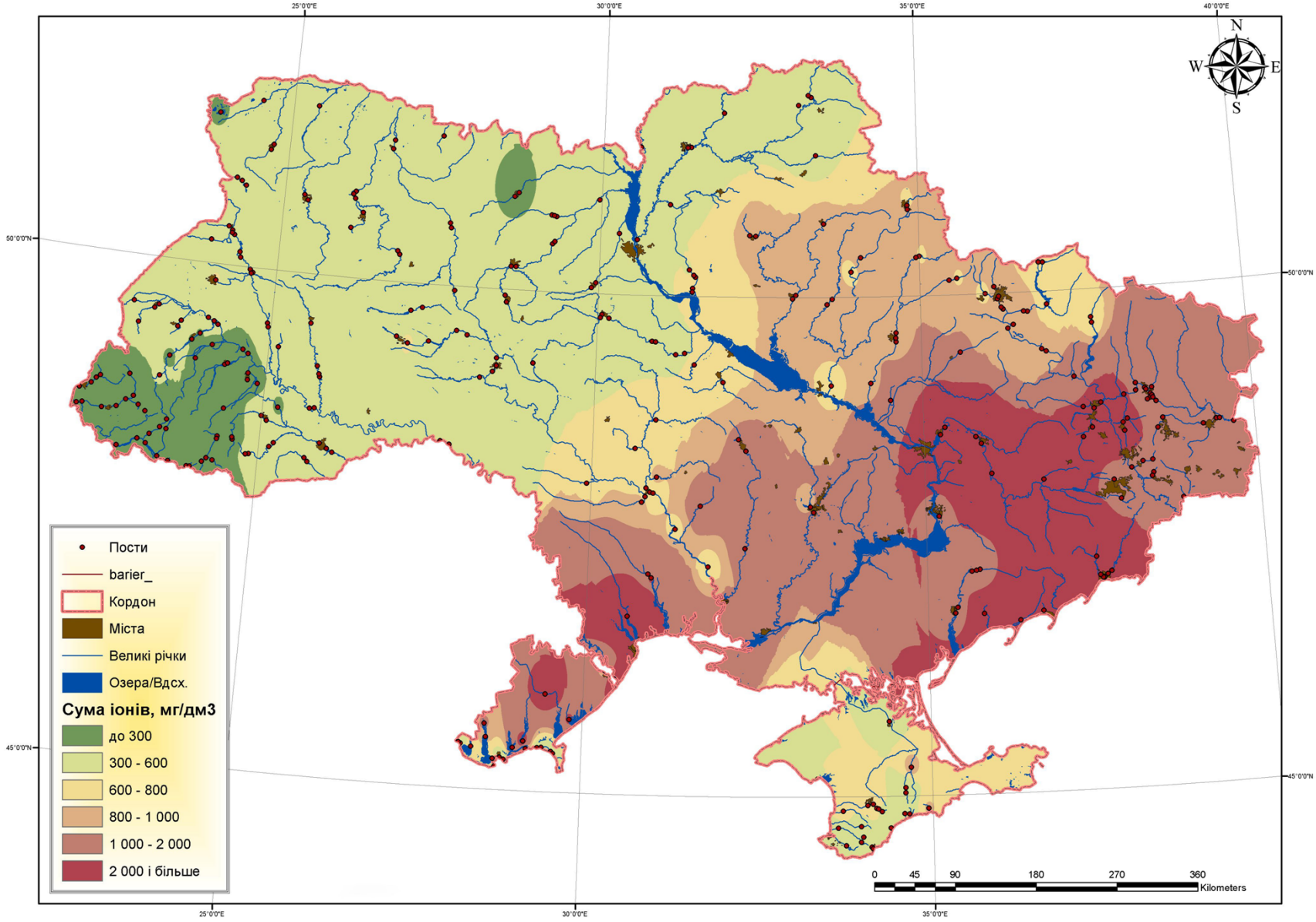
• технологія спостережень на експериментальних водозборах;

• методичні засади дослідження компонентного складу розчинених органічних речовин в поверхневих водах та ролі їхніх окремих груп у процесах комплексоутворення і детоксикації важких металів;

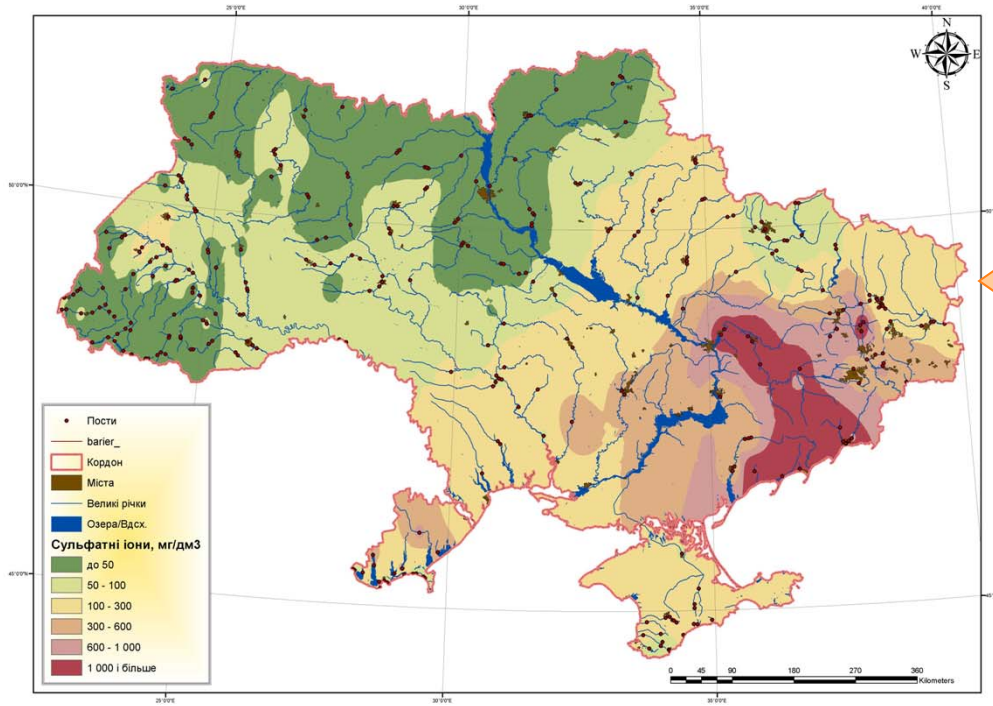
• бази знань і даних щодо розподілу низки металів серед завислих і розчинних форм у воді української ділянки Дунаю, дніпровських водосховищ, гирлових ділянок Південного Бугу і Дністра, лиманів північно-західного Причорномор’я, деяких середніх та малих річок України, водних об’єктів в межах мегаполісу;

• бази знань і даних стостовно процесів сорбції речовин донними відкладами та їхньої десорбції з останніх за дії різних чинників.

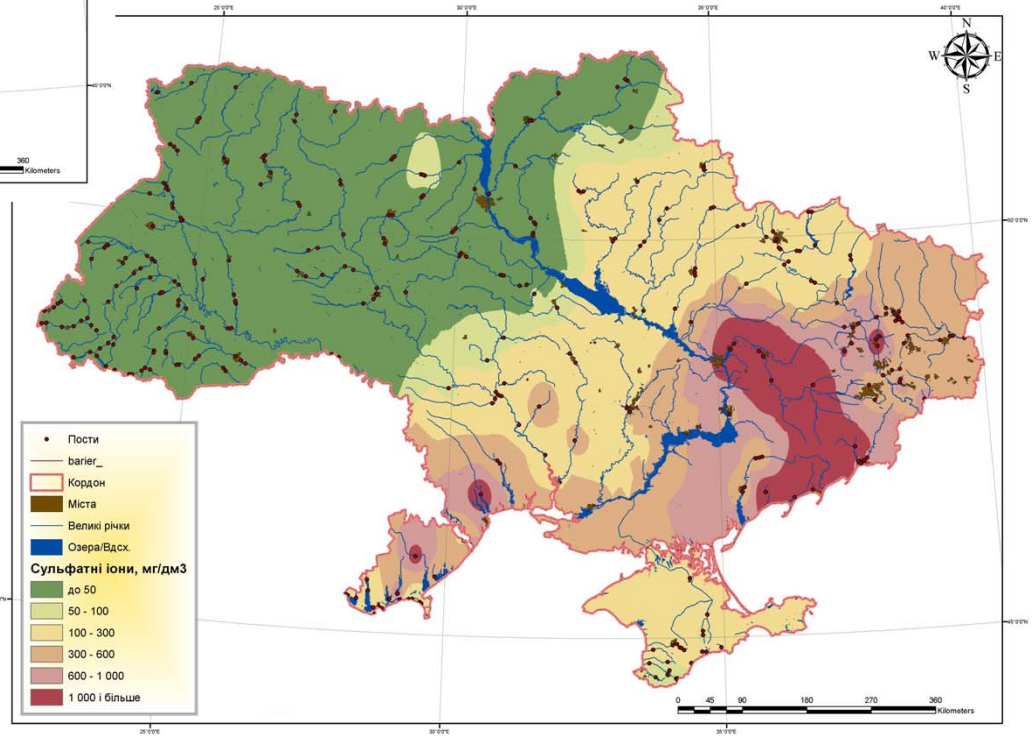
Загальна мінералізація поверхневих вод України (2011-2015 рр.)



Вміст сульфатних іонів у поверхневих водах України

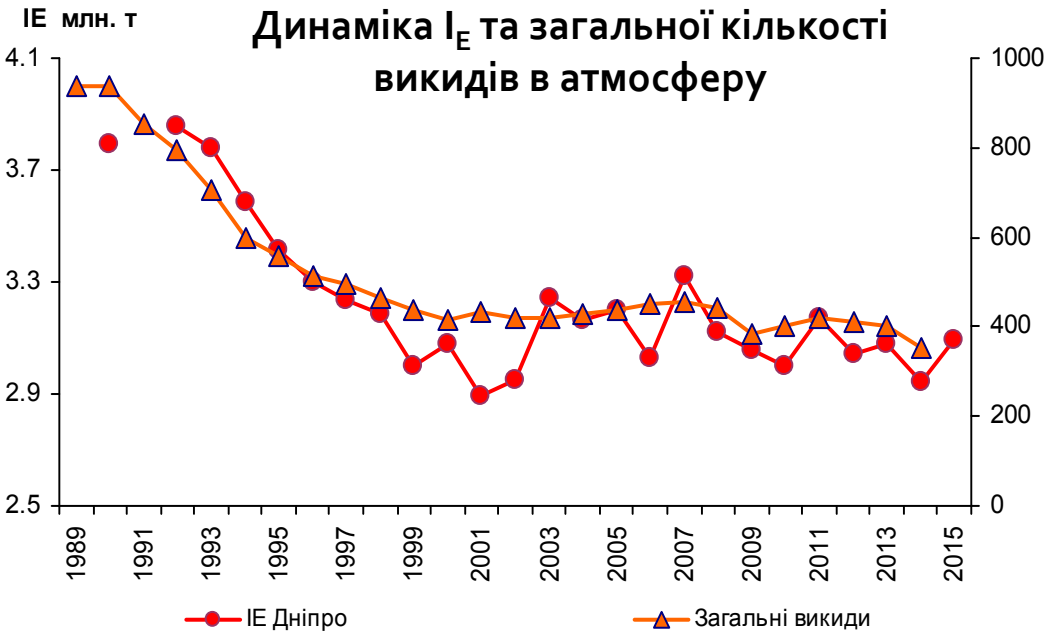


1990-1995 рр.

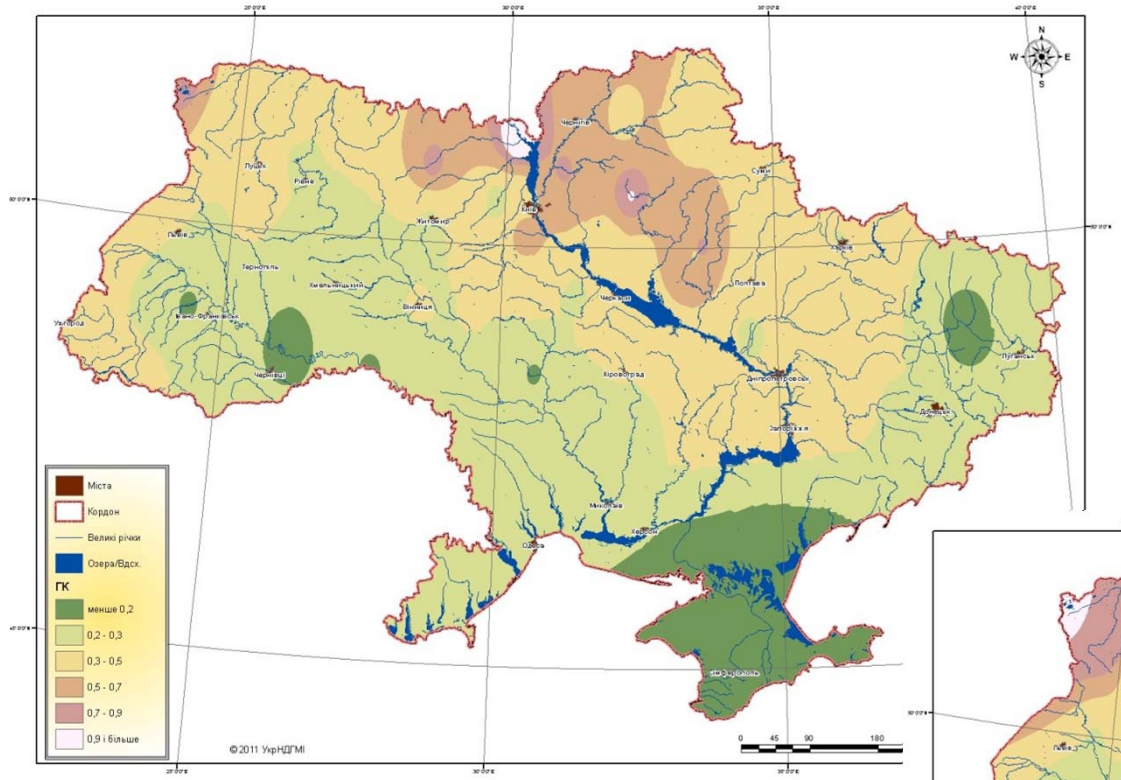


2011-2015 рр.

Зв’язок загальних викидів парникових газів з інтегральним індексом якості поверхневих вод

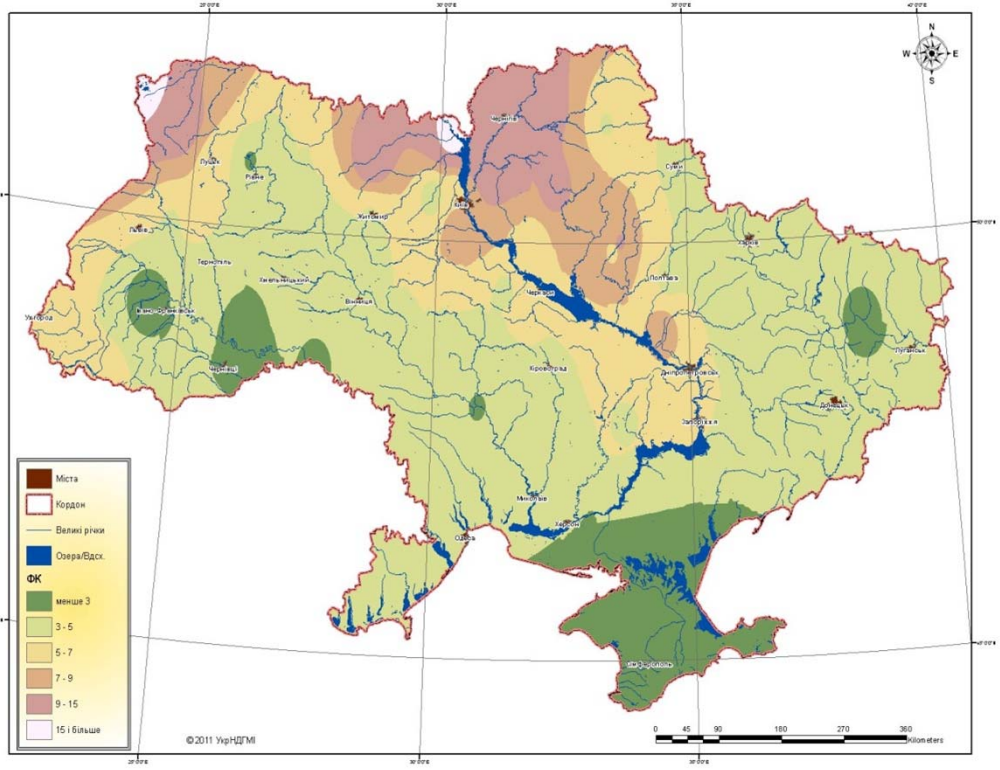


Вміст гумусових речовин у поверхневих водах України

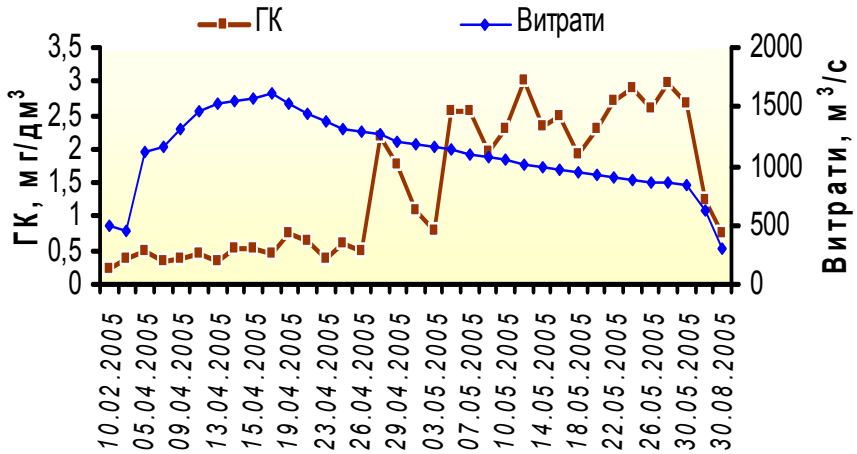


Гумінові кислоти

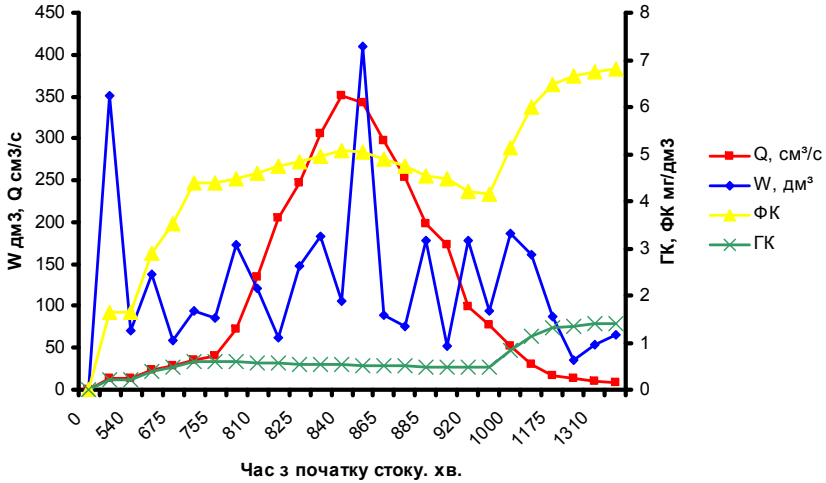
Фульвокислоти

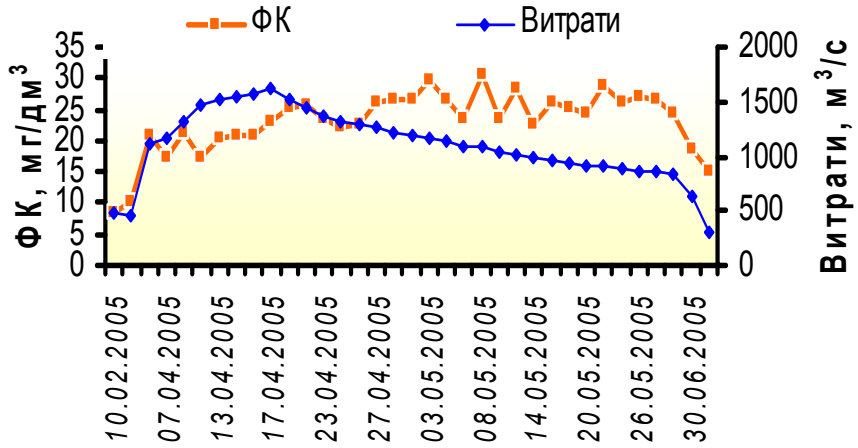


Особливості надходження гумусових кислот з поверхні водозбору р. Прип’ять у період водопілля

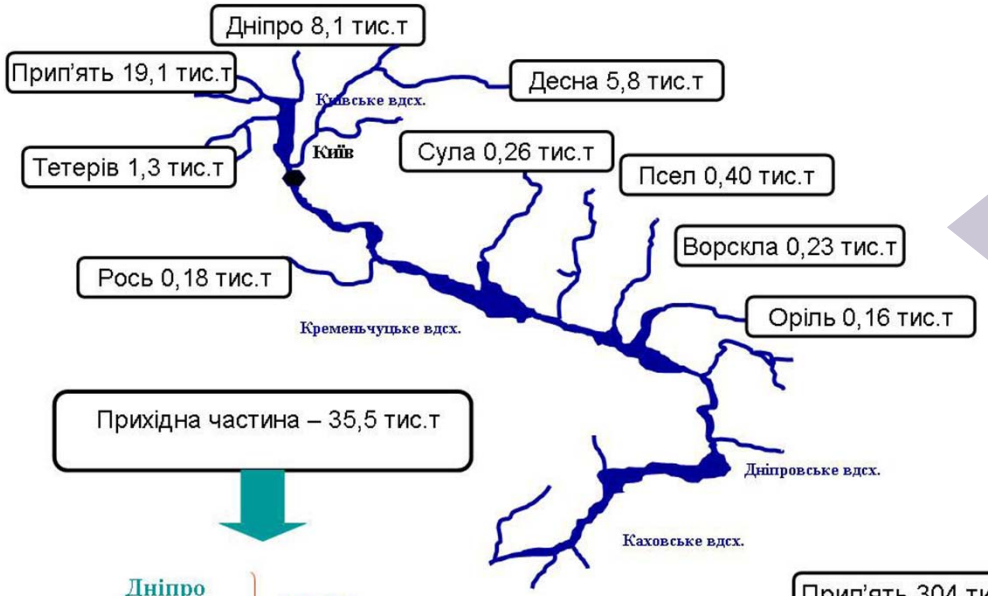


Витрати води, об’єм водного стоку та концентрації гумінових та фульвокислот під час перебігу стоку на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.



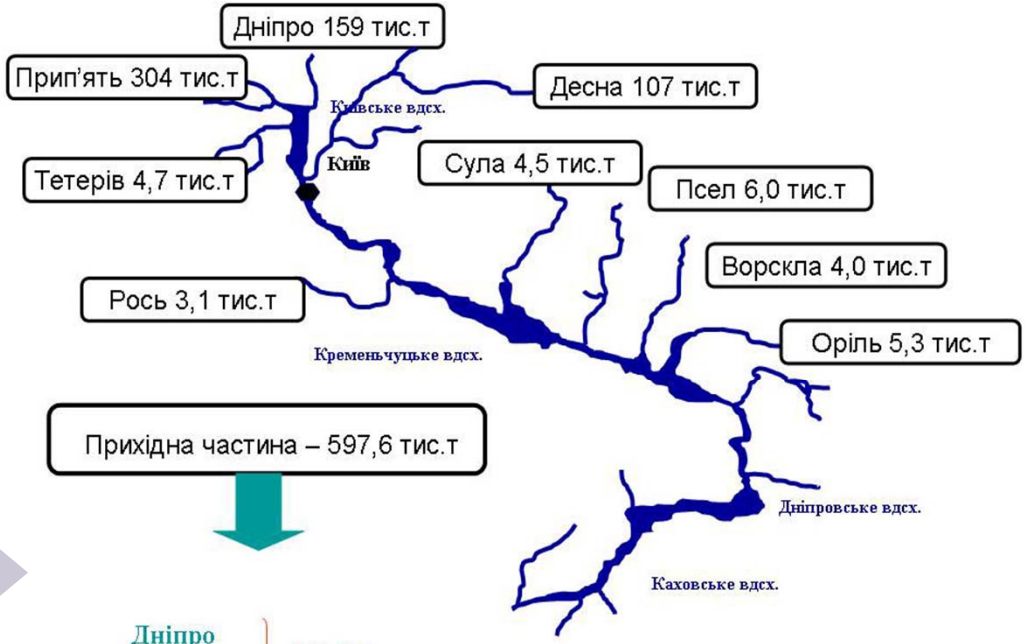


Баланс гумусових речовин каскаду дніпровських водосховищ



ГК

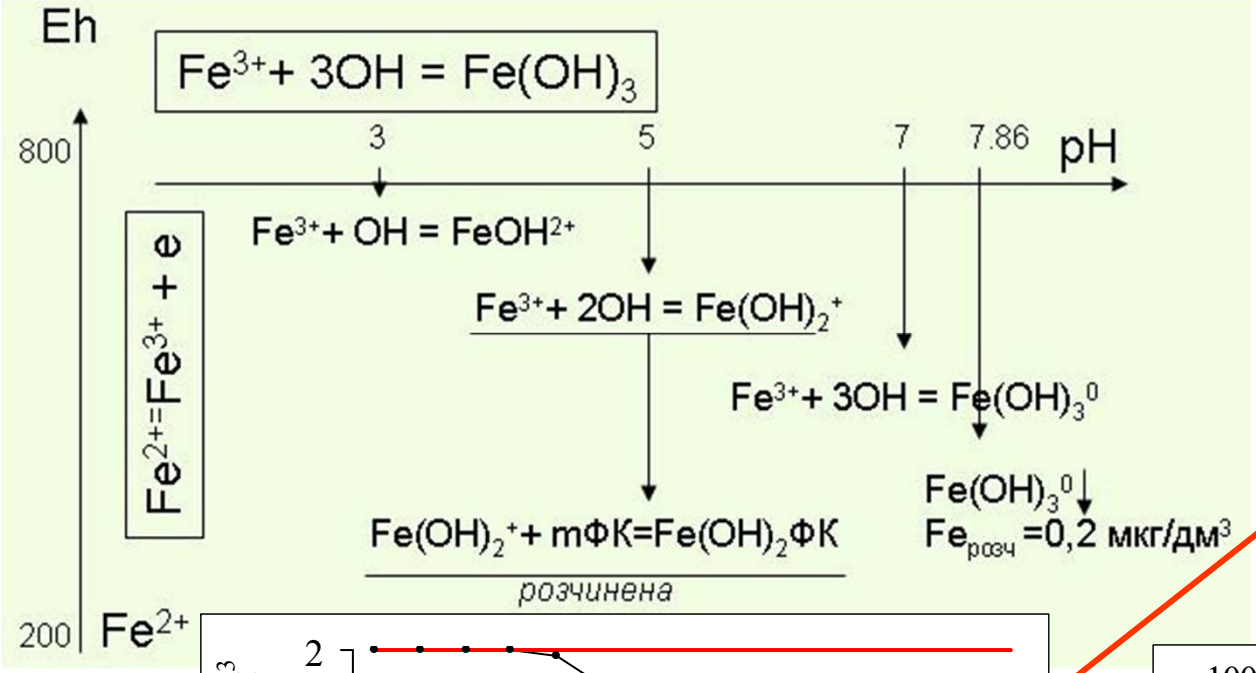
Дніпро
Прип'ять
Десна
92%



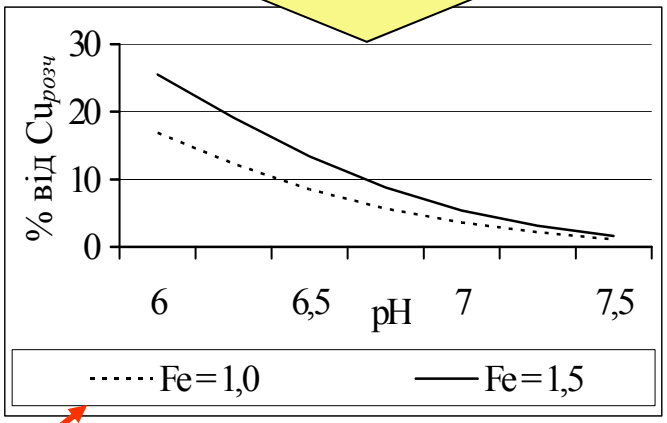
ФК

Дніпро
Прип'ять
Десна
95%

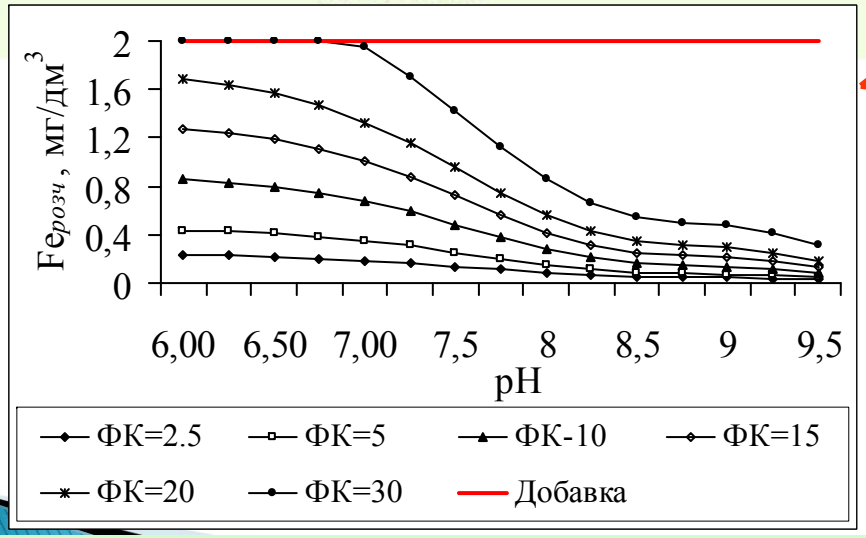
Схема міграції заліза у природних водах



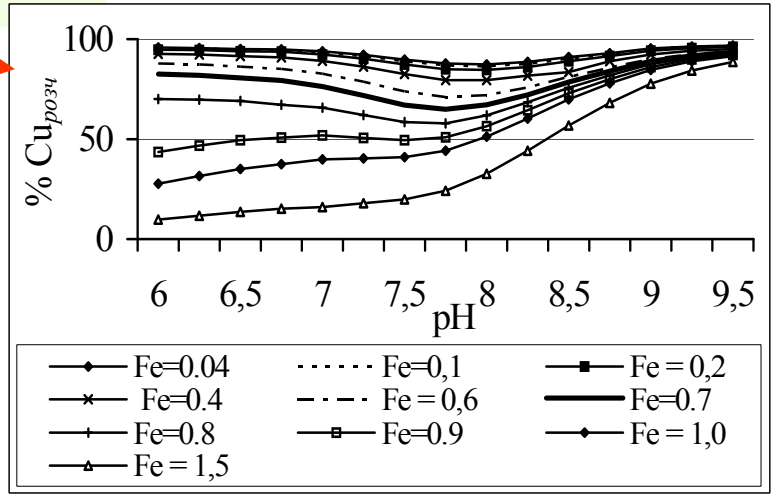
Вплив заліза на комплексоутворення інших металів



Залежність кількості «вільних» іонів міді від *pH* води й вмісту заліза (мг/дм³) у воді р.Прип'ять



Моделювання вмісту розчиненого заліза залежно від концентрацій фульвокислот і *pH* води. Початкова концентрація заліза – 2 мг/дм3



Залежність утворення гідроксофульватних комплексів міді від вмісту у воді заліза (мг/дм³) і *pH* води

НАПРЯМ 3. “Гідроекологічний і гідробіологічний контроль природних водних екосистем та техноекосистем”

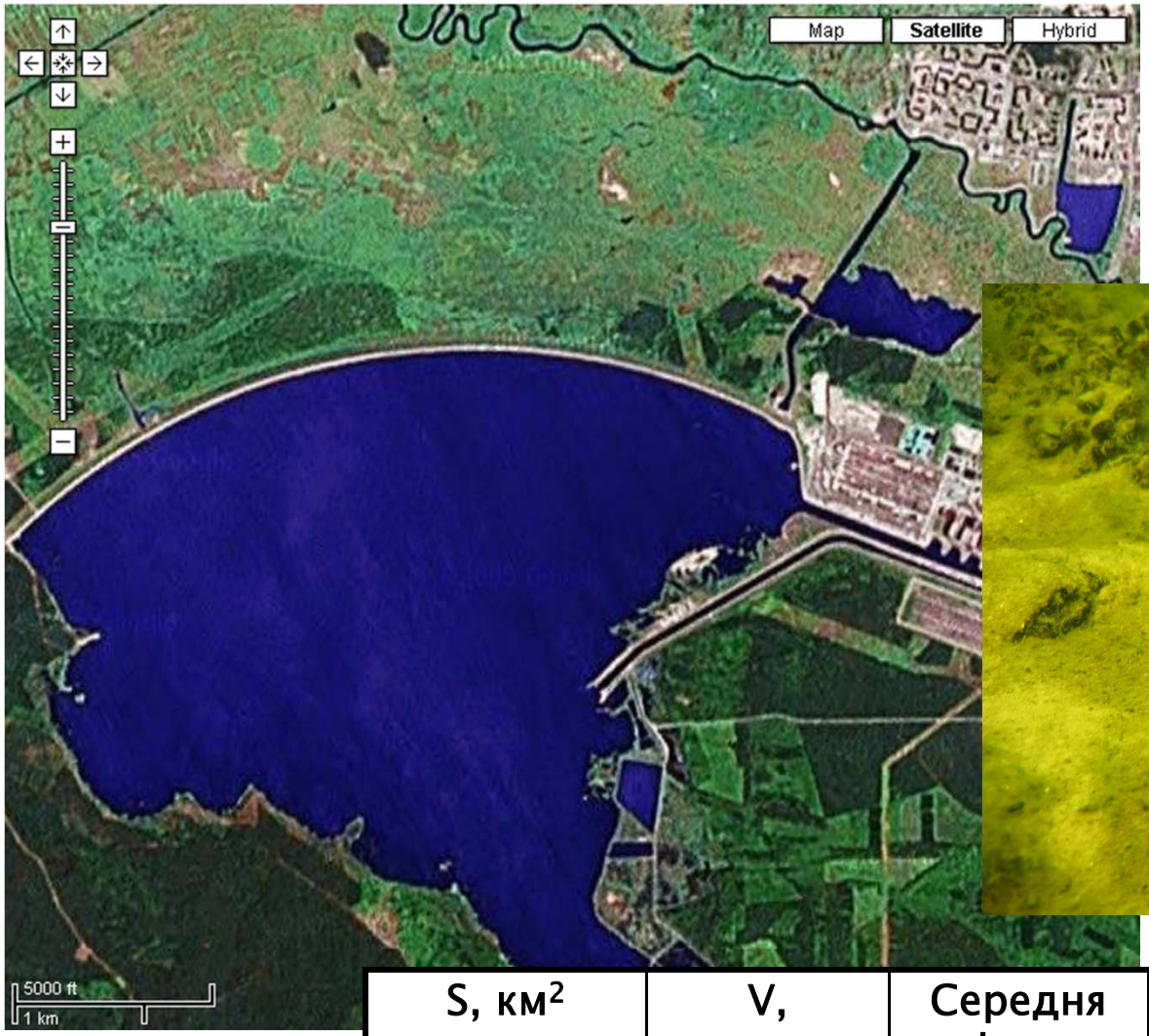
***– нові методологічні принципи і підходи*:**

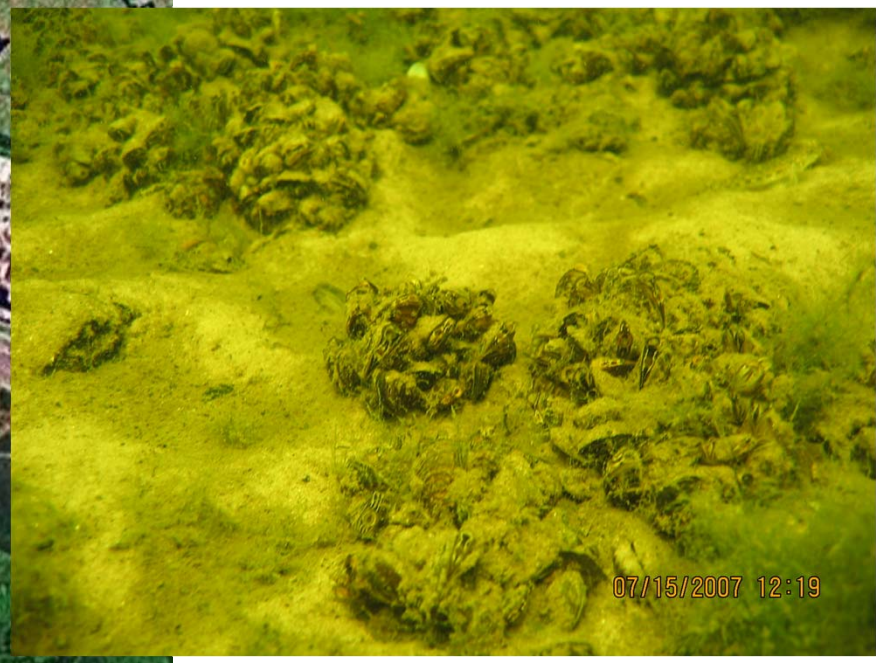
• концепція градієнтної природи широкого спектру водних екосистем;
• концепція техноекосистеми як нового типу екосистем;
• концепція біогеому як структурної одиниці біосфери, формування нового типу біогеому – технобіогеому; концептуальні положення щодо переходу біосфери в новий стан – ноосферу;
• концепція гідробіологічного та гідроекологічного моніторингу техноекосистем;
• концепція системності процесів формування біологічних перешкод у роботі агрегатів технічного водопостачання;
• концепція причинно-наслідкової системності інвазійного процесу в техноекосистемах;
• концепція контуризації водних екосистем;
• концепція біоценотичного градієнту, полярної системи біотичних угруповань;
• принципи верифікації на основі порівняння даних щодо відгуку біоти у дніпровських водосховищах на зміни термічного режиму в період сучасних температурних аномалій з даними по гідробіологічному режиму у техноекосистемах ТЕС та АЕС;
• концепція еволюційного формування фітопланктону евтрофних дніпровських водосховищ;
• концепція стабілізації розвитку фітопланктону евтрофних водосховищ;
• концепція функціонування фітопланктону в умовах пролонгованого впливу підвищеного радіонуклідного забруднення.

***– нові методично-прикладні рішення*:**

• методи класифікації водних об’єктів, що входять до складу техноекосистем;
• комплексні підходи та методи оцінки впливу енергетичних станцій (ТЕС та АЕС) на водні екосистеми;
• методи отримання адекватної гідробіологічної та гідроекологічної інформації в умовах техноекосистем, включаючи методи підводних спостережень та експериментальних робіт in situ;
• методи моделювання умов, що є характерними для окремих ланок систем водопостачання енергетичних станцій для виявлення фізіологічних, екоморфологічних реакцій гідробіонтів на комплекс факторів техногенного характеру;
• методи визначення комплексу прийнятних екологічних умов та параметрів техноекосистем;
• концептуальні моделі контуризації у водних екосистемах;
• концептуальні рішення щодо техногенного підвищення біотопічного різноманіття при проектуванні та експлуатації ТЕС та АЕС;
• методичні підходи до виділення 5 етапів сукцесії фітопланктону крупного рівнинного водосховища.

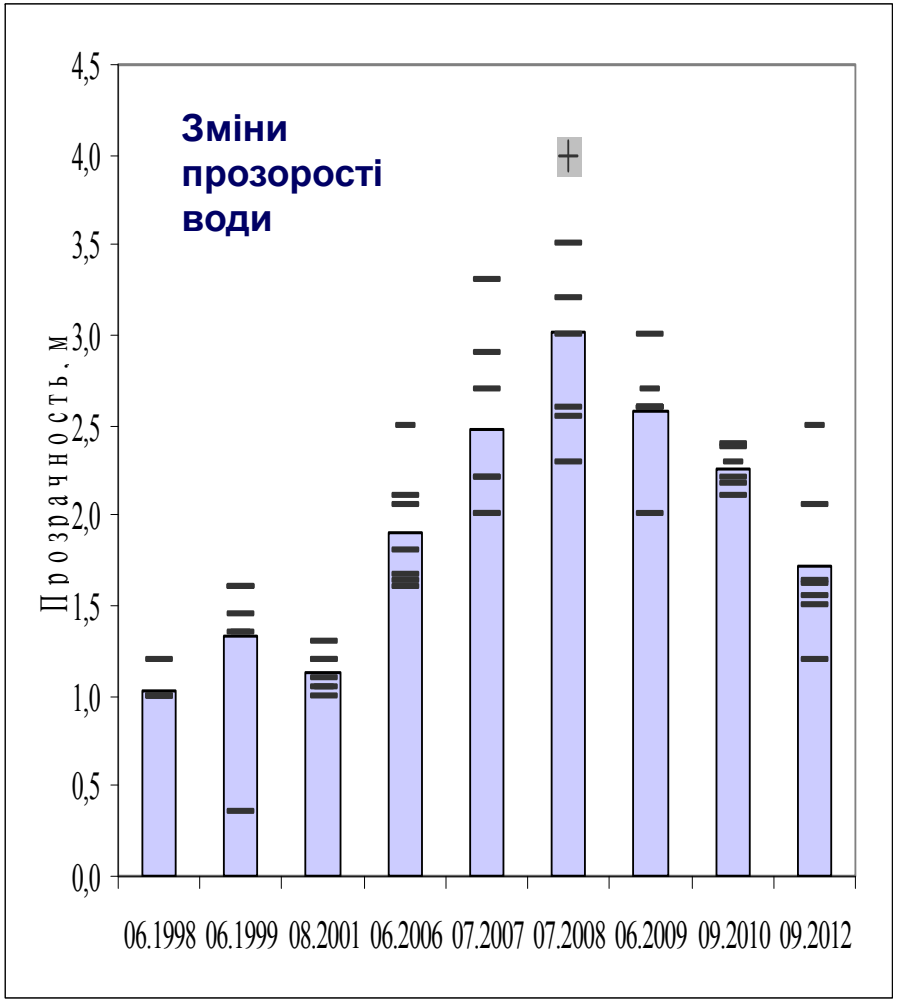
Техноекосистема Хмельницької атомної електростанції



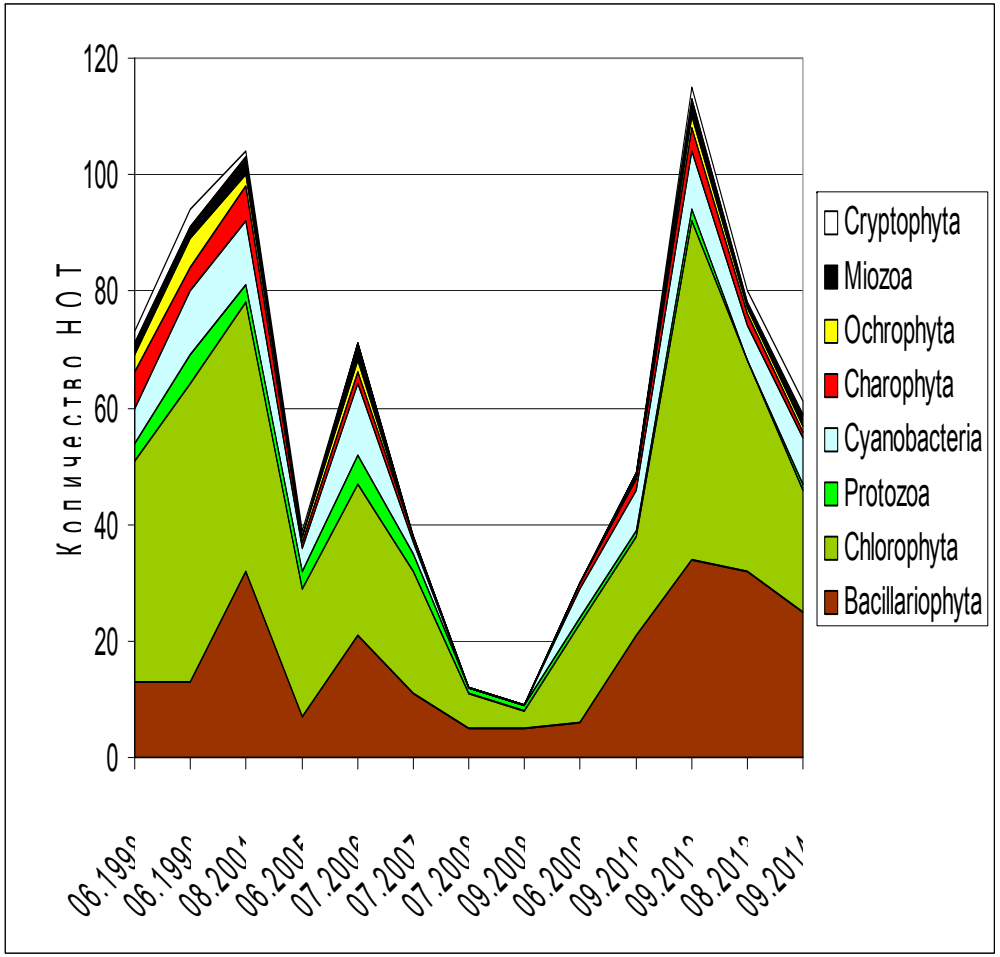


S, км^2	V, млн. м^3	Середня h, м	Потужність, МВт / блоків
20,0	120	6,0	2000 / 2

Контуризація як наслідок техногенних факторів та інвазії молюска дрейсены



Зміни багатства фітопланктону



Вселення дрейсены

У підвідному каналі Хмельницької АЕС в перші роки інвазії дрейсени маса молюсків перевищувала 1000 т.

Біоперешкоди в роботі насосного та теплообмінного обладнання були дуже суттєвими.

БАГАТОРІЧНІ СУКЦЕСІЇ СИНЬОЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ

Водосховища дніпровського каскаду	Періоди досліджень	% акваторій водосховищ, охоплених "цвітінням" води	Біомаса синьозелених водоростей		% синьозелених від біомаси літнього фітопланктону
			г/м^2	орієнтовні запаси, тис. т	
Київське	1965-1969*	50	0,1-79,8	0,8-73,5	2-82
	1977-1985**	4-12	3,0-45,0	0,2-4,9	16-56
	1986-1990	3-10	3,0-37,0	0,1-3,2	23-48
	1991-2005	3-9	3,0-40,0	0,1-3,4	15-45
Кременчуцьке	1961-1969*	50-68	4,0-69,9	9,2-157,5	30-88
	1981-1985**	6-12	5,0-188,4	0,8-28,9	28-61
	1986-1990	5-11	5,0-123,1	0,6-25,4	31-56
	1991-2005	4-9	5,0-311,0	0,4-62,9	38-64
Каховське	1963-1969*	80-95	17,0-101,0	36,8-218,4	80-98
	1981-1985**	6-14	15,0-90,9	1,8-27,4	32-62
	1986-1987	8-15	15,0-63,0	3,7-20,5	41-59
	1991-2005	10-16	15,0-72,4	3,4-24,9	29-61

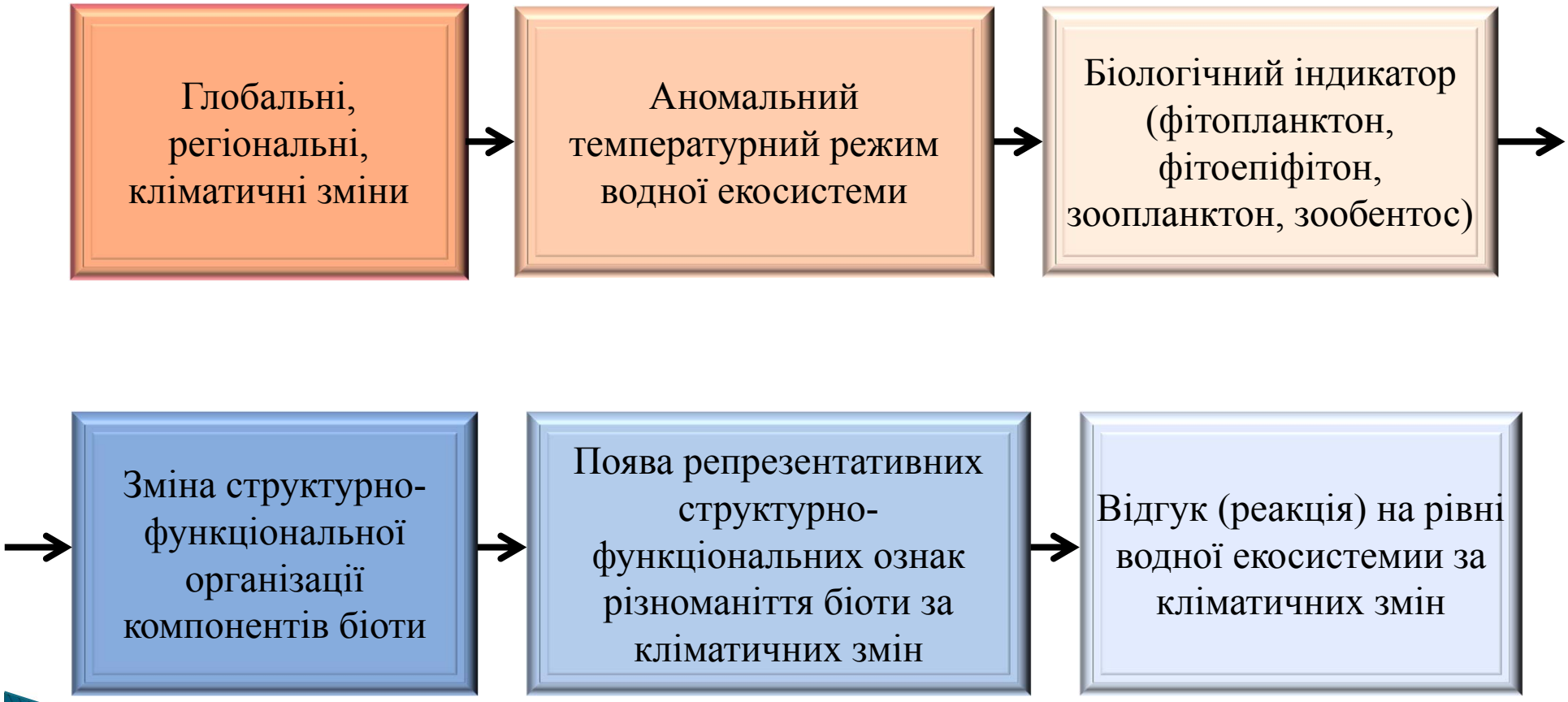
Примітка. * Дані Г.Д. Приймаченко [Приймаченко, 1981].
** За мінімальні приймались екологічно значимі величини біомаси (1,0 г/м3) або близькі, запропоновані Г.Д. Приймаченко.

Відгук фітопланктона Дніпродзержинського водосховища на вплив мегаполісу

Пока-зники	Вище м. Дніпро	Район м. Дніпро	Самарська затока	Нижче м. Дніпро	Гирло р. Мокра Сура	Район с. Військове (середина водосховища)	Нижня частина водосховища (10 км вище Запорізької ГЕС)
n	19-24	12-14	8-12	9-12	5 -11	18-22	23-29
N	92,3-141,6	5,2-11,7	21,4-30,7	7,7-12,5	0,3-2,5	30,5-121,4	29,9-41,8
B	5,8- 6,7	0,6- 2,3	2,4-8,2	2,5- 6,1	0,1- 3,0	5,4-21,2	3,2-5,4
Ам^2	7,9-8,3	0,9-2,4	0,4-1,6	0,6-1,2	0,2-0,8	6,7-7,2	2,9-6,1
Rм^2	6,3-8,1	0,9-5,1	0,7-2,3	0,9-2,0	0,7-3,2	6,2-12,2	5,6-18,2
A/R	1,0-1,3	0,4-1,0	0,5-0,7	0,6-0,7	0,2-0,3	0,5-1,1	0,3-0,6
P/B	2,4-3,5	0,6-0,9	0,4-0,5	0,7-0,8	0,3-0,5	2,1-2,3	3,3-3,7
S_b	1,6-1,8	1,9-2,2	2,0-2,3	1,8-2,2	1,7-2,0	1,7-1,9	1,6-1,8
H_b	2,4-2,8	0,4-1,4	0,2-0,3	0,8-1,3	0,2-0,5	2,1-2,6	2,6-3,0

Примітки:
n – видове багатство фітопланктону;
N - чисельність, млн. кл./дм^3; B – біомаса, г/м^3 ;
Ам^2 - валова первинна продукція, О^2/м^2 × 28доба; Rм^2 – деструкція органічної речовини, г O_2/м^2 × доба;
A/R – співвідношення продукційно-деструкційних процесів;
P/B – питомий фотосинтез (розрахований для зони оптимального фотосинтезу), доба$^{-1}$;
Sb - сапробіологічна характеристика (розрахована за біомасою);
Hb – видове різноманіття (індекс Шеннона, розрахований за біомасою).

Наукові засади оцінки впливу глобальних і локальних кліматичних змін на стан водних екосистем за біологічними індикаторами



ВІДГУК ДНІПРОВСЬКОГО ФІТОПЛАНКТОНУ НА АНОМАЛЬНІ ТЕМПЕРАТУРИ

Температурні межі	Δ градієнт зростання	Стадія впливу на фіто-планктон	Суть відгуку (реакції) літнього фітопланктону
15,1–22,0°C (середні багаторічні літні температури XX ст.)	Δ до 7°C	Температурний оптимум	Зростання різноманіття, N, B, інтенсивності A, A/B, P/B, A/R. Домінують фотоасиміляційні процеси. Фітопланктон представлений полідомінантним комплексом.
22,1–25,0°C	Δ +3°C	Асиміляційна температурна адаптація	Певна стабілізація структурних і функціональних показників. A/B × добу$^{-1}$, P/B × добу$^{-1}$ ≈ 2, A/R ≈ 1. Формування олігодомінантний комплексу
> 25,1°C	Δ +3°C та вище	Температурна депресія	Зниження A, A/B, P/B, натомість зростання R. Домінування гетеротрофного типу сукцесії, обумовлена масовим розвитком синьозелених водоростей.

За тематикою циклу наукових праць ОПУБЛІКОВАНО:

Монографій – **66**

Підручників – **6**

Статей у провідних вітчизняних журналах – **397**

Статей у міжнародних журналах та виданнях – **218**

Кількість ПОСИЛАНЬ:

За даними Scopus – **743**, h-індекс = **10**

За даними Google Scholar – **2338**, h-індекс = **14**

Захищено ДИСЕРТАЦІЙ:

Докторських – **10**

Кандидатських – **32**

Новизну та конкурентоспроможність технічних рішень захищено **2 патентами України**.

Впроваджено у навчальний процес **15 навчальних дисциплін**, у тому числі:

6 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка;

2 у Міжнародному Соломоновому університеті;

5 у Національному університеті “Києво-Могилянська академія”;

2 у Національному педагогічному університеті ім. М.П. Драгоманова.

Практична значимість циклу праць

З метою охорони та комплексного використання ресурсів поверхневих вод та відтворення природного стану водних екосистем, протягом 1980-2016 рр. створено органічно поєднаний цикл наукових праць, які обґрунтовують нові прогресивні принципи та методи і реалізують сучасні технології оцінювання, прогнозування, моніторингу, оптимізації стану водних екосистем в широкому спектрі їх залежності від антропогенного впливу, та є спрямованими на охорону, відновлення та комплексне екологічно безпечне використання водних об'єктів і їхніх водозборів з урахуванням особливостей кліматичних та соціально-економічних умов в країні.
Основними впровадженими науково-технічними результатами є наступні.

За напрямами "Аналітична, експериментальна та системна гідрохімія й гідроекологія" та "Регіональна та басейнова гідрохімія й гідроекологія":
– багатоцільова комп'ютерна інформаційно-аналітична система (ІАС) "Хімічний склад та якість поверхневих вод України" (впроваджена та постійно використовується в роботі оперативних підрозділів гідрометеорологічних організацій;
– електронні бази даних, засновані на геоінформаційних і інформаційно-мережевих технологіях для підтримки інформаційного менеджменту екологічного оздоровлення транскордонного басейну р. Дніпро;
– аналітичні матеріали стосовно екологічного стану поверхневих вод України (щорічно включаються до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища);
– регламентна схема організації спостережень на водних об`єктах, виконання хіміко-аналітичних робіт і узагальнення даних про якість води;
– схема оптимізації моніторингу вод згідно з вимогами Водної Рамкової Директиви ЄС;
– методичні рекомендації щодо визначення співіснуючих форм металів у природних водах;
– рекомендації з оптимізації водопідготовки на Дніпровському і Деснянському водозаборах м. Києва;
– схема комплексного моніторингу водойми-охолоджувача та прилеглої акваторії Каховського водосховища;

За напрямом “Гідроекологічний та гідробіологічний контроль природних водних екосистем та техноекосистем”:

– оцінка впливу на довкілля (ОВНС ТЕО) введення до експлуатації другого, третього та четвертого енергоблоків Хмельницької АЕС;

– оцінка впливу на довкілля (ОВНС ТЕО) введення до експлуатації четвертого енергоблоку Рівненської АЕС;

– багаторічній розгорнутий моніторинг та оцінка стану техноекосистеми Хмельницької АЕС та фонових водних об’єктів;

– оцінка стану водних об’єктів Національного парку “Мале Полісся”;

– концепція безпечної експлуатації енергоблоків Хмельницької АЕС в умовах наявності біологічних перешкод;

– оцінка стану елементів контурної підсистеми екосистеми водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС та розроблення системи екологічно обґрунтованого виводу з експлуатації водойми-охолоджувача;

– база гідробіологічних даних на основі оригінального пакету “WaCo”, що містить масив даних щодо складу, кількісних показників угруповань гідробіонтів водойм-охолождувачів та інших водних об’єктів техноекосистем Криворізької, Зміївської, Трипільської, Ладижинської, Кураховської ТЕС України, Конінської та Патновської ТЕС (Польща), а також Південно-Української, Запорізької, Хмельницької, Рівненської, Чорнобильської АЕС;

– стандарт НАЕК “Енергоатом” 0.03.088-2010 р. “Порядок розробки регламенту гідробіологічного моніторингу водойми-охолоджувача, систем охолодження і системи технічного водопостачання АЕС з реакторами типу ВВЕР”, впроваджено в системі охорони довкілля ПУАЕС, ХАЕС;

– методика дослідження та контролю угруповань перифітону, включаючи і угруповання обростань в техноекосистемах;

– рекомендації та схема гідробіологічного моніторингу водойми-охолоджувача ЗАЕС та прилеглої акваторії Каховського водосховища;

– науково-практичне обґрунтування “Оцінка сучасного стану і якості води придаткової водойми Дніпродзержинського водосховища в місці розміщення проектованого водозабору для технічного і питного водопостачання промпідприємств м. Комсомольська”.

ВИСНОВКИ

Основні науково-технічні результати, які прдставлені у циклі праць та запропоновані принципи і технології моніторингу, оцінювання і прогнозування стану та якості поверхневих вод та водних екосистем, при порівнянні з кращими зарубіжними та вітчизняними аналогами, є такими, що:

– відповідають принципам Водної Рамкової Директиви ЄС (Water Framework Directive 2000/60/EU) та світовим вимогам до інформаційних технологій EEONET (European Environmental and Observation Network);

– не поступаються кращим аналогам країн Євросоюзу і світової спільноти, що доведено використанням низки технологій, викладених у циклі праць, як складників міжнародних систем інформаційного менеджменту, зокрема для міжнародних транскордонних басейнів Дніпра, Тиси та Дністра в рамках міжнародних проектів, у т.ч. за умов технологічного лідерства авторів циклу праць;

– за деякими характеристиками (комплексністю параметрів стану природних вод та водних екосистем, поліфункціональністю їхнього аналізу тощо), по-перше, відповідають рівню кращих аналогів у технологічно розвинених країнах світу, а по-друге – суттєво переважають в інформаційно-технологічному та модельно-інтеграційному аспекті розробки менш розвинених країн, у т.ч. пострадянського простору;

– займають передові позиції серед кращих вітчизняних аналогів, що підтверджується вже зазначеною широкою сферою реалізації та реального впровадження розробок циклу у вітчизняній практиці;

– у цілому, на відміну від існуючих зарубіжних та вітчизняних методичних аналогів, що базуються на суто функціонально-детермінованих підходах до оцінки стану водних екосистем, розробки циклу поєднують принципи детерміністичного причинно-наслідкового аналізу тестових характеристик стану об'єктів гідросфери з імовірнісним аналізом просторово-часових можливих чи заданих коливань цих характеристик.