

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ОЗЕР ШАЦЬКОГО НПП

Розроблено інформаційно-аналітичні технології моніторингу поверхневих вод для інформаційної підтримки рішень з питань охорони і збалансованого ресурсокористування гідроморфного комплексу Шацького НПП. Ідентифіковано космоснімки рекреаційно навантажених та евтрофікованих лімносистем парку за профілями розподілу спектральних яскравостей. Проаналізовано особливість гідроекологічних параметрів Шацького поозер'я, обумовлених індивідуальними гідрологічними особливостями водойм, просторово-часовим розподілом рекреаційного навантаження, та закономірностями їх забруднення абіотичними і біологічними чинниками.

© Мокрий В.І., 2012

Ключові слова: заповідні території, Шацький національний природний парк, екологічний моніторинг, рекреаційні трансформації озерних екосистем, дистанційне зондування Землі, дешифрування космічних знімків, геоінформаційні системи.

Разработаны информационно-аналитические технологии мониторинга поверхностных вод для информационной поддержки решений вопросов охраны и сбалансированного ресурсопользования гидроморфного комплекса Шацкого НПП. Идентифицировано космоснимки рекреационно-нагруженных и эвтрофицированных лимносистем парка соответственно профилям распределения спектральных яркостей. Проанализирована особенность гидроэкологических параметров Шацкого поозер'я, обусловленных индивидуальными гидрологическими особенностями водоемов, пространственно-временным распределением рекреационной нагрузки и закономерностями их загрязнения абиотическими и биологическими факторами.

Ключевые слова: заповедные территории, Шацкий национальный природный парк, экологический мониторинг, рекреационные трансформации озерных экосистем, дистанционное зондирование Земли, дешифрирование космических снимков, геоинформационные системы.

Developed information and analytical technologies for surface water monitoring information support for decision on the protection and balanced resource use hydromorphic complex Shatsky NNP. Identified by satellite imagery-laden recreational and park accordingly eutrofirovannyh limnosistem profile distribution of spectral brightness. Also features of hydro options Shatsky area lakes, caused by individual features of the hydrological basins, the spatial and temporal distribution of recreational load and the laws of their pollution by abiotic and biological factors.

Keywords: protected areas, Shatsky National Park, environmental monitoring, recreational transformation of lake ecosystems, remote sensing, satellite image interpretation, geographic information systems.

Актуальність проблеми. Першочерговими завданнями Шацького національного природного парку (НПП) є збереження озерно-лісового комплексу Шацького поозер'я та розвиток його рекреаційного використання. Третє десятиріччя функціонування Шацького НПП відзначається активізацією рекреаційних навантажень на озера і прилеглі території,

тому застосування інформаційних технологій для оцінки еколого-відновного потенціалу водних екосистем та управління природокористуванням у Шацькому НПП [1] є актуальним.

Важливість належного інформаційного забезпечення управління Шацьким національним природним парком особливо зросла у зв'язку з Рішенням ЮНЕСКО від 30.04.2002 року про включення Шацького НПП та прилеглих до нього територій Транскордонного екологічного коридору у світову мережу заповідників біосфери, зокрема у складі Транскордонного біосферного резервату „Західне Полісся” (Україна, Польща, Білорусія).

Аналіз попередніх досліджень. Аналіз літературних даних результатів досліджень екосистем Шацького НПП – унікального природно-територіального комплексу, що має велике рекреаційне, гідрологічне, геоекологічне і природоохоронне значення, відображені у багатьох наукових роботах [2-4]. За останні десятиріччя антропогенне втручання в екосистеми різних рівнів призвело до різкого зниження відновлювальних функцій біосфери, негативно вплинуло на клімато- та водорегулюючу роль лісів, водність річок та озер, гідрологію аграрних територій. Особливо характерним це є для озерно-лісового комплексу Шацького НПП. Озера Шацької групи знаходяться на самому гребені Балтійсько-Чорноморського вододілу, що робить їх особливо вразливими до зовнішнього втручання. В сучасних умовах інтенсивного антропогенного впливу на природні гідроекосистеми прослідковується ціла низка важливих екологічних проблем, які суттєво впливають на стан водних об'єктів та гідробіотів, що їх населяють. Ці проблеми, насамперед, пов'язані з погіршенням якості води, значним зменшенням видового біорізноманіття, продуктивності гідробіотів, рибопродуктивності та біологічних показників живих компонентів екосистем.

Вітчизняний і зарубіжний досвід функціонування природо-заповідних територій показує, що завдання їх збереження і відновлення доцільно реалізувати при застосуванні сучасних інформаційних технологій. Серед технологій екологічного спрямування виділяють: ДЗЗ/ГІС технології, комплексний моніторинг екосистем на основі інформаційноємних екологічних індикаторів, формування комп'ютерних баз даних, технології обробки результатів дистанційного зондування та інші. Цифрові технології обробки космоснімків забезпечують необхідною інформацією аналіз екологічної ситуації.

Мета роботи – формування інформаційної бази даних впливу антропогенних навантажень на еколого-відновний потенціал озер, а також формування тестових полігонів контролю якості природних поверхневих вод Західного Полісся, на основі технологій дистанційного зондування, геоінформаційних систем та наземних полігонно-калібрувальних робіт для моніторингу озерних екосистем Шацького НПП.

Об'єкт досліджень – озерні екосистеми Шацького НПП.

Предмет досліджень – інформаційні технології наземного і дистанційного моніторингу озер Шацького НПП.

Методика досліджень – вимірювання фізико-хімічних характеристик середовищ і матеріалів озерних та прибережно-водних об'єктів, дешифрування космоснімків, статистичний аналіз і обробка даних, геоінформаційна інтерпретація просторових даних. Методика відпрацювання полягає у наземній прив'язці оптико-спектральних характеристик опрацьованих космоснімків до гідроекологічних умов акваторії, а також ландшафтно-екологічних умов пляжних та прибережних територій найбільш рекреаційно навантажених озер Шацького НПП [5]. Основним завданням, яке ставилось при побудові профілів – ідентифікація рекреаційно порушеного дна на ділянках пляжів з координатною прив'язкою. Початковою інформацією служили космоснімки Internet Google Earth., роздільної здатності 0,3 м/піксель у форматі jpeg (рис.1). На космоснімку (рис.1) представлено загальний вигляд озер Шацького НПП і прилягаючих територій досліджень.

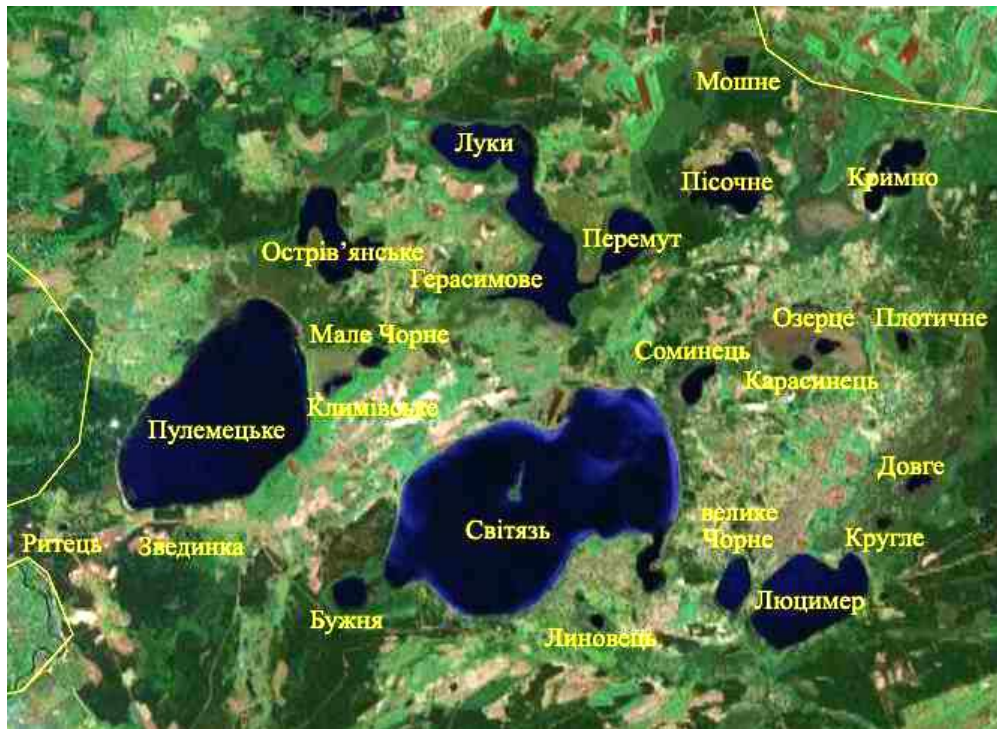


Рис.1. Космічний знімок озер Шацького НПП.

При роботі з ГІС Arc/View ідентифікація акваторій може бути виконана синтезом зображення в умовних кольорах на основі редагування легенди теми типу Image, джерелом якої є багатозональне зображення, записане в поєднаному режимі.

Метрологічне забезпечення експериментальних робіт здійснене шляхом використання повірених приладів (рис.2, 3) і відповідних методик виконання вимірювань та опрацювання результатів спостережень [6-8].



Рис. 2. Прилади експрес-тестування комплексних фізико-хімічних параметрів води



Рис. 3. Новітнє обладнання експедиційних досліджень для збору первинних даних

Програму спостережень розроблено на основі міжнародних програм фонового екологічного моніторингу та згідно з нормативними документами Мінекології та природних ресурсів України [9, 10].

Аналіз результатів досліджень. На основі виконаних моніторингових досліджень створено банк даних параметрів природних і антропогенних складових, формуючих екологічний стан лімносистем Шацького поозер'я. Розроблено методикку автоматизованого синтезу просторово-часового розподілу оптико-спектральних характеристик акваторій Шацьких озер, обумовлених варіаціями гідрооптичних і гідрофізичних параметрів, за даними натурних вимірювань та цифрових космічних знімків.

Розроблено об'єктно-орієнтований програмно-інформаційний комплекс ідентифікації космознімків озерних акваторій на основі технологій спільної реалізації дискриптивного підходу до алгебри зображень та функцій алгебри «дерева критеріїв», доцільних при формуванні вектора параметрів кількісних і якісних характеристик досліджуваних озер. Технологія забезпечує локалізацію і ефективну ідентифікацію реєстрованих аномалій, з урахуванням функціональних особливостей озерних комплексів.

Традиційним гідрофізичним та гідрохімічним дослідженням, що проводилися протягом тривалого часу на озерах ШНПП, незважаючи на їх різноманітність, властива специфічна особливість - відсутність прив'язки в просторі, а іноді і в часі. Це суттєво ускладнює відстеження динаміки змін та проведення контрольних вимірювань. Наприклад, досі найбільшою глибиною оз. Світязь вважається глибина 58,4 м, хоча в 90-х роках лєнінградські дослідники виміряли найбільшу глибину 44 м. Аналогічною є ситуація із вимірюванням основних фізичних та хімічних параметрів води, коли наводиться конкретне значення, але не вказується місце виміру. Особливого значення це набуває у випадку вимірювань у стоячій воді (час оновлення води у оз. Світязь більше дев'яти років), коли точкові значення неможливо екстраполювати на всю акваторію.

Тематика експериментальних фізико-хімічних досліджень визначається завданнями екологічного моніторингу, які дають можливість оцінити якість води. Під якістю води розуміється характеристика її складу і властивостей, які визначають її придатність для конкретних видів водокористування - це сукупність допустимих значень показників її

складу і властивостей, у межах яких надійно забезпечується здоров'я населення, сприятливі умови водокористування і сприятливий екологічний стан водного об'єкта.

Виконані значні комплексні дослідження зі збору первинних даних для розробки еталону поверхневих вод (оз. Світязь) Шацького НПП. Отримані результати вимірювань інтегральних екологічних показників фізико-хімічних характеристик водних середовищ та прибережних територій.

Проведення попередніх (рекогносцирувальних) натурних спостережень за станом озер Шацького НПП, забезпечили обґрунтування раціонального вибору пунктів спостережень озерно-лісових територій парку. Для порівнюваності результатів досліджень, а також використання розширеної області застосувань вимірювальної техніки, використаної під час експедиційних досліджень, представлено на рис.4 схему точок 1-го етапу відбору проб показників якості води.

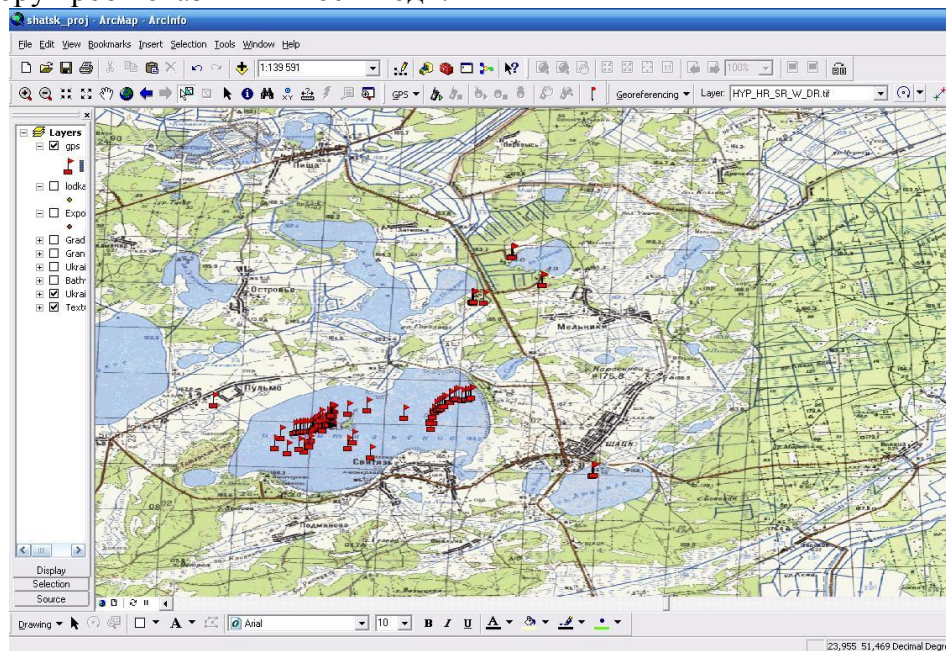


Рис.4. Схема точок відбору проб показників якості води Шацьких озер, виконаних при експедиційних дослідженнях

Гідроакустичний моніторинг. Проведено експедиційні дослідження зі збору первинних даних для розробки еталону поверхневих вод Шацького НПП (оз. Світязь) та апробовано розроблену методику.

Найбільш трудомістким, враховуючи розміри оз. Світязь, виявилось вимірювання глибини, рельєфу дна та структури донних відкладів. Мінімальна з огляду на інформативність кількість точок вимірювань (з віддаллю між ними 500 м) перевищує сотню, робочий шлях без урахування підходів на потрібні курси становить близька 200 км, а кількість проб води вимірюється тисячами.

З огляду на це, було вирішено насамперед здійснювати просторову прив'язку вимірювань, що дає змогу проводити коректне поповнення баз даних та подання результатів вимірювань у форматі, придатному для використання у ГІС.

Для цього було використано ехолот LMS-527cDFiGPS (рис. 5), суміщений із GPS-навігатором та датчиком температури поверхневого шару води. Особливістю ехолота є те, що він дає змогу досліджувати структуру донних відкладів, що може бути використано для визначення запасів сапропелю.

Така технологія дає змогу не тільки створити загальну ГІС озер ШНПП, а й проводити поглиблене дослідження аномальних зон як природного, так і антропогенного характеру.



Рис. 5. Результати локації дна озера Світязь. Зафіксовано максимальну глибину 58,4 м.

На рис. 6 подано результати отриманих результатів локації на частоті 200 кГц. Часто спостерігались дугоподібні позначки, які показують місцезнаходження риби. Смуги біля поверхні води відображають хвилі на поверхні озера та приповерхневі неоднорідності.

Інтегральний гідрохімічний моніторинг. Основними гідрологічними характеристиками озер виступають: рівень води, водний баланс, коефіцієнти та період водообміну, швидкість та напрям течії, температура, каламутність (кількість завислих речовин) та прозорість.

Характерною особливістю гідрології Шацьких озер є порівняно стабільне положення рівня води. В оз. Світязь багаторічна амплітуда коливання рівня води не перевищує метра, а протягом року вона змінюється від 0,2 до 0,3 м [11, 12].

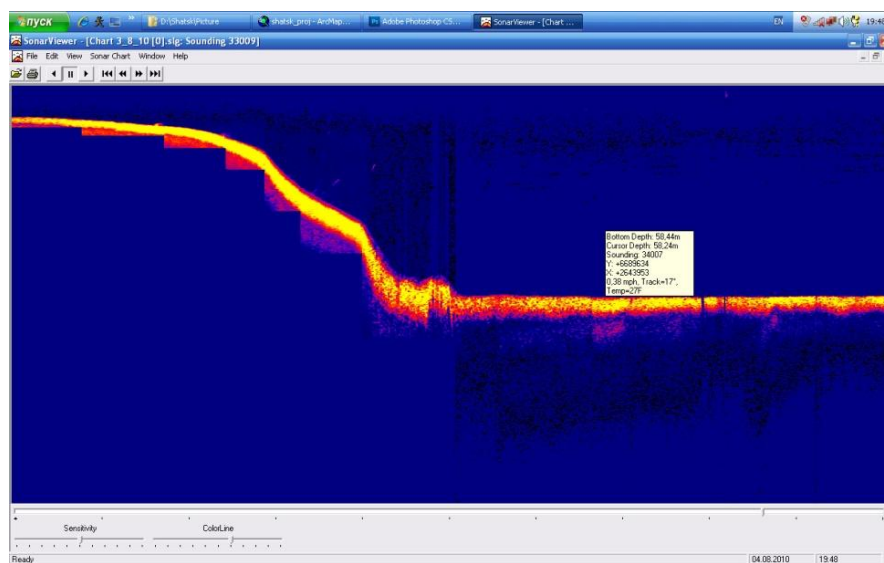


Рис.6. Ехограма глибин о.Світязь

Джерелами живлення Шацьких озер є атмосферні опади, поверхневий стік та підземні води. Втрати води з озер зумовлюються поверхневим та підземним стоком, а

також випаровуванням з водного дзеркала. У праці [12] наведено дані про складові водного балансу оз. Світязь, коефіцієнти та періоди водообміну Шацьких озер. На рис.7 подано дані про водообмін для різних озер, з якого можна зробити висновок, що досліджувані озера є слабопроточними. Найменшим водообміном характеризуються оз. Світязь та Пісочне, в яких зміна води відбувається за період біля 9 років, а у найпроточнішому з озер – Соминці вода обновлюється 1 раз у 2,2 роки [12].

Період водообміну, роки

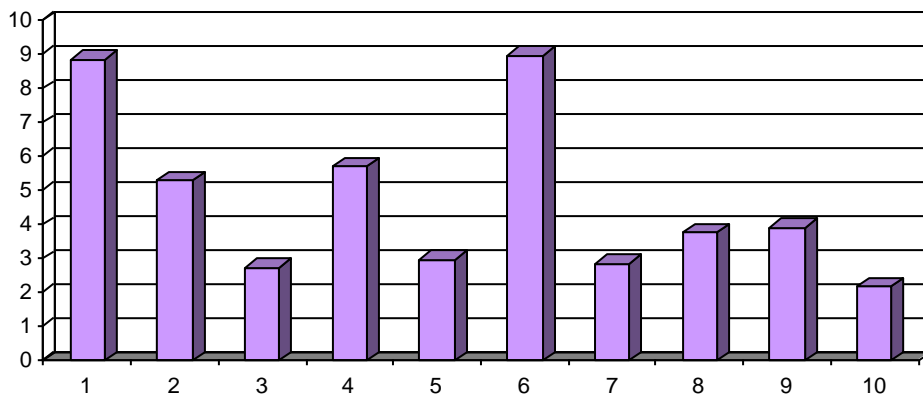


Рис. 7. Період водообміну Шацьких озер: 1 – Світязь; 2 – Пулемецьке; 3 – Луки; 4 – Люцимер; 5 – Острів'янське; 6 – Пісочне; 7 – Перемут; 8 – Кримно; 9 – Велике Чорне; 10 – Соминець.

Гідрологічні процеси визначають перенесення речовин в екосистемі, впливають на швидкість забруднення і самоочищення водойм. Основними гідродинамічними явищами в Шацьких озерах є течії і турбулентне перемішування. Для озер ШНПП характерними є вітрові течії та супутні їм компенсаційні. Працівниками Інституту гідробіології НАН України [12] показано, що у верхньому шарі оз. Світязь водні маси мають швидкості 0,15...0,25 м/с, а на глибині 10 м – 0,03...0,07 м/с. Встановлено, що зміни напрямку та швидкості течії відбуваються одночасно зі змінами напрямку і швидкості вітру, і навіть при стійкому вітрі формуються декілька замкнених циркуляцій.

Висота хвиль в озерах Світязь та Пулемецьке становить 0,1...0,2 м, їх довжина – 1,5...2м, а період 0,7...1,3 с. Течії та хвильове перемішування забезпечують самоочищення озер, оскільки зростання швидкостей течій до 0,2 м/с підсилює самоочисний потенціал водної маси у 20 разів.

Мутність Шацьких озер є найменшою в Україні і не перевищує 1..3 г/м³. Гідрооптичні параметри Шацьких озер описано в [12]. Встановлено (рис. 8), що за прозорістю Шацькі озера можна умовно розділити на 3 групи: перша – оз. Світязь та Пісочне, прозорість яких більша 4,5м; друга – оз. Перемут та Соминець – прозорість 2...3м, а третя – оз. Люцимер, Пулемецьке, Острів'янське та Кримно – прозорість біля 1м. Оз. В. Чорне зазнає великого антропогенного навантаження – прозорість 0,4м.

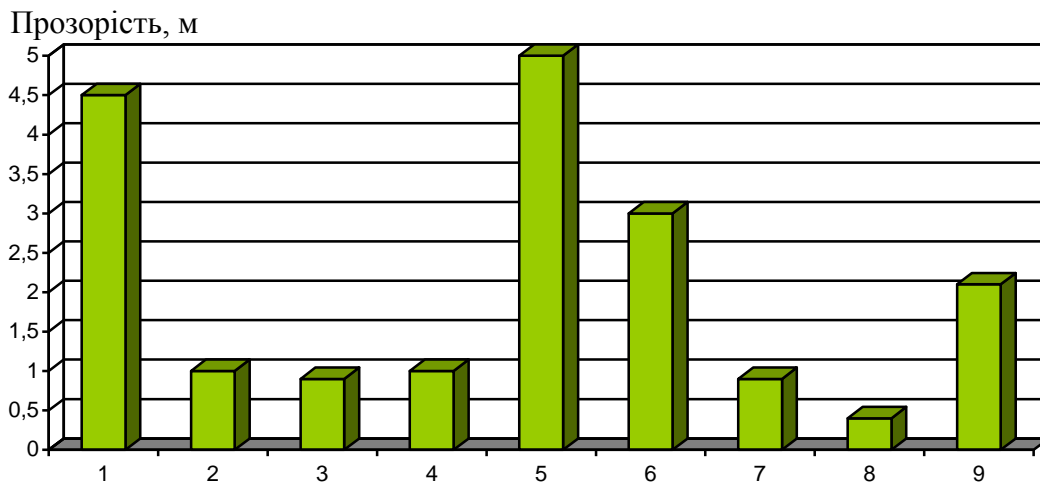


Рис. 8. Прозорість води Шацьких озер: 1 – Світязь; 2 – Пулемецьке; 3 – Люцимер; 4 – Острів'янське; 5 – Пісочне; 6 – Перемут; 7 – Кримно; 8 – Велике Чорне; 9 – Соминець.

Систематизацію аналізів результатів спостережень [13, 14] наведено в табл.1.

В озері Світязь мінералізація води у 1960 р. була 167 мг/дм³, вміст гідрокарбонату 122 мг/дм³, кальцію 7 мг/дм³, азоту 7,1 мг/дм³, відсутні всі азото- і фосфоромісткі сполуки, рН дорівнювало 6,8. За період з 1971 по 1989р.р. максимальне значення мінералізації води було 275 мг/дм³, мінімальне 65 мг/дм³, у 1989р. від 166 до 201 мг/дм³, вміст гідрокарбонатів змінювався від 12,2 до 146,4 мг/дм³, кальцію від 5,0 до 58,1 мг/дм³, хлору від слідів до 44 мг/дм³, у 1989р. від 13 до 17 мг/дм³, відсутні фосфоромісткі сполуки.

Вміст нітратів коливався від 0 до 0,7 мг/дм³, нітратів від 0 до 2,0 мг/дм³ і що характерно, вміст амонію поступово наростав від 0–0,15 мг/дм³ у 1972р. до 0–1,5 мг/дм³, у 1986р. – 0,1–0,7 мг/дм³, а збільшення амонію у воді завжди свідчить про збільшення забруднених водних надходжень у зв'язку зі збільшенням рекреаційного навантаження на водозбір озера.

Таблиця 1

Параметри якості води Шацьких озер

Інгредієнти	Лука	Світязь	Світязь-2м	Світязь-5м	Пісочне	Люцимер	Перемут	Пулецьке	Бужня	В.Чорне	ГДК
Питома електро- провідність, мксм/см	178	183	175	172	117	260	173	272	165	437	900
Температура, °С	22,5	21,4	21,1	18,5	20,7	20,3	21,2	20,6	20,7	20,1	28
Нітрати, мг/дм ³	0,3	0,1	0,3	0,3	1,2	1,2	2,6	0,7	<0,003	22,5	45
Хлориди, мг/дм ³	18	17,5	16,0	17,0	11,0	21,0	16,0	16,5	16,0	75,0	350,0
Аміак, мг/дм ³	0,2	0,16	0,16	0,2	0,007	0,05	1,1	0,3	0,2	0,7	2,0
Ртуть, мг/дм ³	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0005
Кадмій, мг/дм ³	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001
Свинець, мг/дм ³	0,03	0,009	0,017	0,013	0,017	0,026	0,03	0,023	0,02	0,03	0,03
Мідь, мг/дм ³	0,0037	0,0042	0,0042	0,0037	0,0048	0,0053	0,0064	0,004	0,0042	0,0048	1,0
Марганець, мг/дм ³	0,01	0,016	0,022	0,0058	0,0081	0,027	0,045	0,011	0,016	0,08	0,1
Залізо, мг/дм ³	0,05	0,047	0,047	0,049	0,052	0,12	0,42	0,11	0,11	0,08	0,3
Цинк, мг/дм ³	0,012	0,013	0,028	0,0096	0,02	0,01	0,0048	0,009	0,006	0,019	1,0

Вміст загального азоту (рис.9) коливається від 0,41 до 2,65 мг/дм³, у середньому складає 0,81 мг/дм³ [14]. У чистих великих озерах (Пісочне, Світязь, Перемут) вміст N_{заг.} 0,41–0,68 мг/дм³. У забруднених озерах (Пулемецьке, Люцимер) – 0,87–0,88 мг/дм³. У малих за площею мілких озерах, водозбори яких зазнали господарського впливу, вміст загального азоту підвищений. В оз. Соминець, де водозбір розораний на 30%, вміст N_{заг.} 0,97 мг/дм³, а в озерах Климівське та Линовець N_{заг.} відповідно 2,65 і 1 мг/дм³. Високий вміст азоту (1,07 мг/дм³) зафіксовано в оз. Вел. Чорне, в яке надходять стоки з міської території.

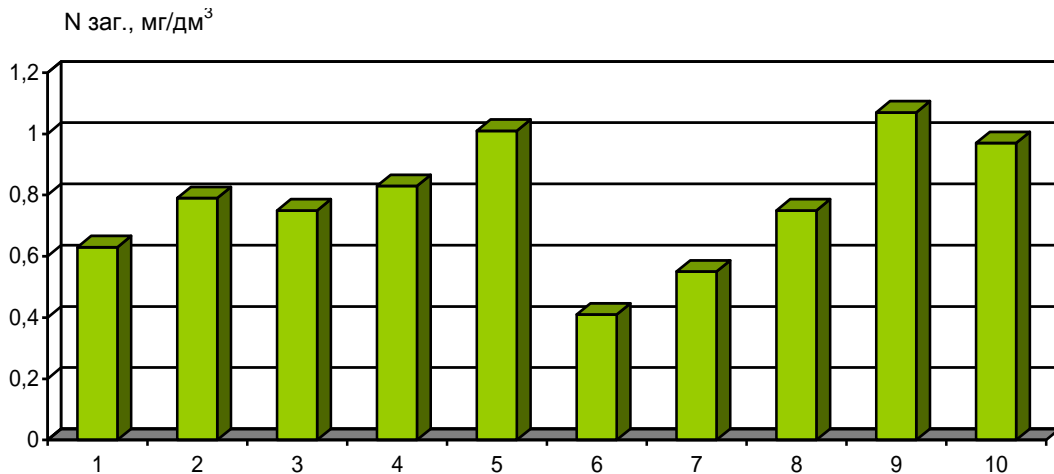


Рис. 9. Вміст загального азоту у воді Шацьких озер: 1 – Світязь; 2 – Пулемецьке; 3 – Луки; 4 – Люцимер; 5 – Острів'янське; 6 – Пісочне; 7 – Перемут; 8 – Кримно; 9 – Велике Чорне; 10 – Соминець.

Середня концентрація загального фосфору складає 0,055 мг/дм³. Вище середнього рівня вміст загального фосфору відзначається у всіх забруднених озерах, що пов'язано з антропогенним впливом (рис.10).

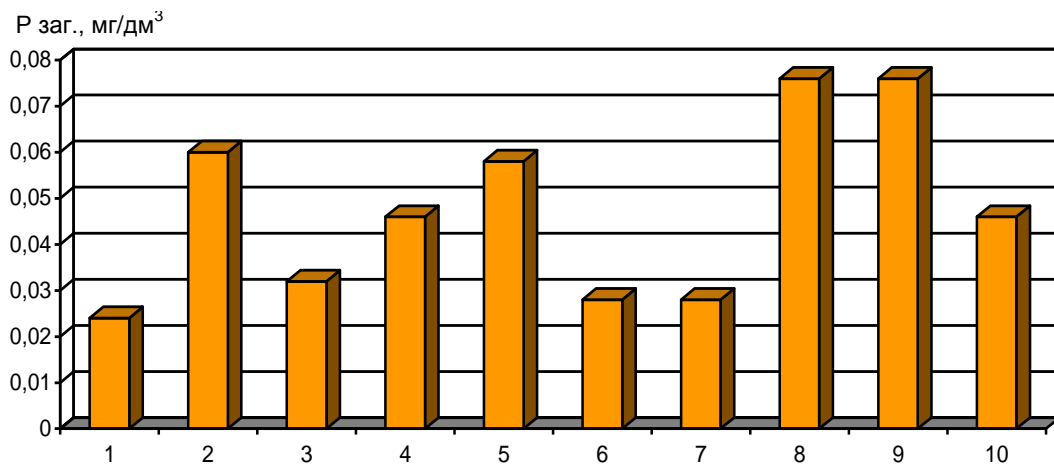


Рис. 10. Вміст загального фосфору у воді Шацьких озер: 1 – Світязь; 2 – Пулемецьке; 3 – Луки; 4 – Люцимер; 5 – Острів'янське; 6 – Пісочне; 7 – Перемут; 8 – Кримно; 9 – Велике Чорне; 10 – Соминець

Отже, збільшення показника надходження біогенних компонентів і суттєвий ріст водневого показника в озері зумовлене як за рахунок рекреаційної складової, так і за рахунок надходження забруднень з сільгоспугідь, як прямим шляхом, так і через ґрунтові води, присутність амонію в яких змінюється від 0,1 до 3 мг/дм³.

Динаміку зміни питомої електропровідності для різних озер ШНПП подано на рис. 11. Найменше значення питомої електропровідності (120-130 мкСм/см) зафіксовано в озерах Пісочне і Мале Чорне; найбільше – в оз. Велике Чорне (з 270 мкСм/см у 1988р. вона зросла до 430 мкСм/см у 2004р., тобто кількість електропровідних солей в озері за цей період збільшилася майже в 1,6 рази).

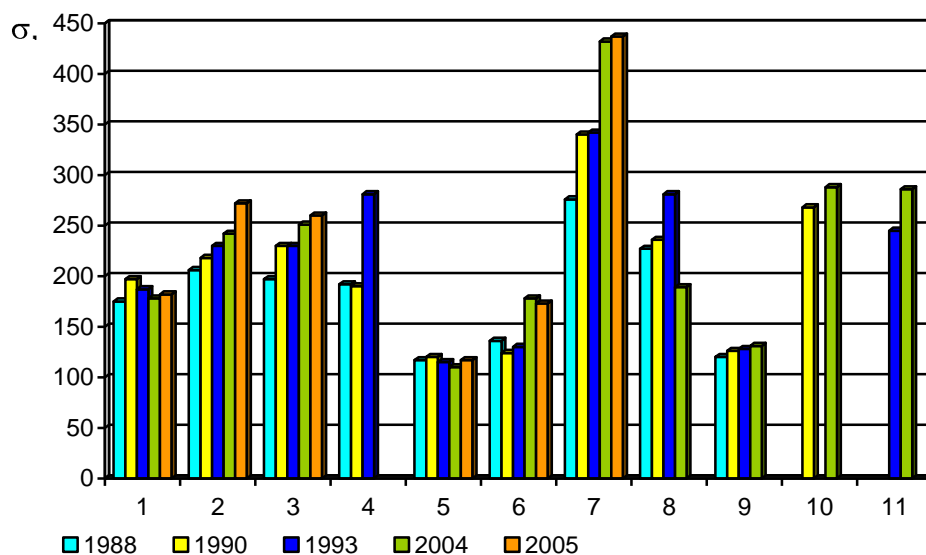


Рис. 11 - Зміна питомої електропровідності протягом 1988–2005р.р. у Шацьких озерах: 1 – Світязь; 2 – Пулемецьке; 3 – Люцимер; 4 – Острів'янське; 5 – Пісочне; 6 – Перемут; 7 – В.Чорне; 8 – Соминець; 9 – Мале Чорне; 10 – Климівське; 11 – Підземні води.

У більшості озер за цей період значення питомої електропровідності зростає: в оз. Перемут – від 140 до 180 мкСм/см; в оз. Пулемецьке – від 203 до 245 мкСм/см; в оз. Люцимер – від 198 до 250 мкСм/см; в оз. Климівському – від 263 до 286 мкСм/см; в підземних водах – від 248 до 284 мкСм/см; в оз. Острів'янському – від 190 до 280 мкСм/см. Тенденцію до зменшення питомої електропровідності виявлено в оз. Соминець – від 230 до 185 мкСм/см, хоча у 1993р. було отримано максимальне значення – 282 мкСм/см. В оз. Світязь питома електропровідність відносно стабільна – 170-195 мкСм/см.

Аналіз вимірювань інтегрального показника рН води оз. Світязь (рис.12) [31] показує про його зростання від рН = 6,8 у 1960 р. до 8,0 у 2008 р., тобто іде процес переходу водного середовища від слабкислого до слаболужного. Це свідчить про активізацію росту рослин у водному середовищі внаслідок присутності забруднюючих речовин.

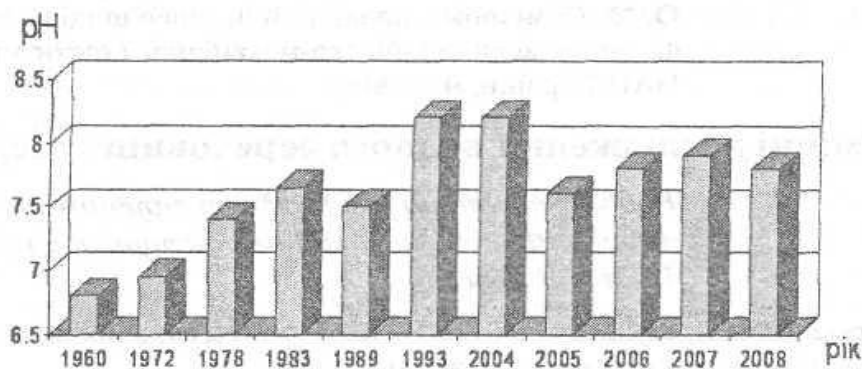


Рис. 12. Динаміка зміни рН води оз. Світязь.

Для ситематизації та узагальнення просторово-часової динаміки параметрів екологічного стану озер використано способи опрацювання зібраних даних

1) Перетворення та впорядкування наявних даних (опубліковані дані, протоколи випробувань тощо).

2) Накопичення даних при виконанні незалежних досліджень (узгодження форматів представлення даних для характеристик, опис яких недостатньо формалізований – біоіндикатори, показники рекреаційного навантаження, і т.д.).

3) Автоматизований збір екологічноємніших параметрів з використанням серверних функцій (розробка спеціального програмного забезпечення для перетворення інформації у формат бази даних).

У перших двох випадках доцільно використовувати прикладні програми загального призначення з пакету MS Office: Access для формування персональних баз даних та Excel для створення електронних таблиць. З цих форматів дані імплементуються у ГІС. Приклад представлення даних вимірювання фізико-хімічних характеристик води в озерах Шацького НПП наведено на рис. 13.

Автоматизований спосіб наповнення баз даних забезпечує найбільшу надійність та об'єктивність зібраної інформації, при умові розробки спеціальних апаратно-програмних засобів та забезпечення умов їх безперебійної роботи.

Для ефективного управління охороною і раціональним ресурсокористуванням Шацького НПП, необхідно знати локалізацію діючих і потенційно небезпечних антропогенних і природних чинників забруднення природно-аквально-комплексів та володіти комплексною інформацією про характеристики режимів їх функціонування. З врахуванням необхідності інформаційного забезпечення державних управлінських органів, доцільна інтеграція відповідних геопросторових, аналітично-довідкових, цифрових та інших даних, у форму інформаційних моделей. Сучасна концепція синтезу еколого-картографічних моделей базується на комплексному використанні ДЗЗ/ГІС-технологій.

Kct	NaCl	pH	t c	EI mV	Name	Gnybysna	Data	pH Grund
62,0	81	67,0	6,5	24,9	-0,23	оз. Песчане	1 04.08.10	7
63,5	81,5	59,1	5,6	26,5	-0,86	оз. Песчане	1 02.08.10	4,5
63,7	80,7	59,3	7	25,6	-0,23	оз. Песчане	1 04.08.10	7
63,5	81,9	59,3	5,5	26,5	-0,85	оз. Песчане	1 02.08.10	5
63,5	81,6	59,3	4,5	26,5	-0,85	оз. Песчане	1 02.08.10	5,5
62,4	81,5	59,3	5,5	26,5	-0,85	оз. Песчане	0,5 02.08.10	4,5
63,7	80,7	59,3	7	25,6	-0,23	оз. Песчане	1 04.08.10	5,5
63,7	80,7	59,3	6	25,6	-0,19	оз. Песчане	1 04.08.10	6
64,0	81,7	59,6	5,5	26,6	-0,85	оз. Песчане	1 02.08.10	5,6
64,5	80,9	59,7	6,5	26	-0,27	оз. Песчане	1 04.08.10	5,5
62,9	81,5	59	5,5	26,7	-0,89	оз. Песчане	2 02.08.10	4,8
99,9	138	92,1	7,33	27,4	-0,05	Глибина SB	59,2 04.08.10	0
92	127	92,1	7	27	-0,49	1	13 05.08.10	0
98	130	92,7	7	23,6	-0,45	2	3 05.08.10	0
131	130	95,6	6,8	23	-0,57	3	6 05.08.10	0
105	131	95,8	6,6	24	-0,59	5	0 05.08.10	0
199	127	96	6,7	24,4	-0,61	4	5 05.08.10	0
99	127	98,2	6,5	24,1	-0,56	6	5 05.08.10	0
130	176	120	6	28		оз. Перемут	1 02.08.10	6,5
127	177	122	6,5	29		оз. Перемут	1 02.08.10	7
135	180	122	7	27		оз. Перемут	1 02.08.10	7
129	175	122	6,5	29		оз. Перемут	1 02.08.10	7
130	175	124	7	31		оз. Перемут	1 02.08.10	7
137	183	127	6,6	27,8	-0,86	оз. Лоцимер	1 02.08.10	6,5
138	177	130	5,7	28,5	-0,86	оз. Лоцимер	1 02.08.10	5
138	180	130	6,3	27,9	-0,80	оз. Лоцимер	1 02.08.10	6
139	180	130	6,3	28,5	-0,86	оз. Лоцимер	1 02.08.10	5,5
140	180	131	6,3	28,5	-0,86	оз. Лоцимер	1 02.08.10	7
139	179	133	6	29,6	-0,79	оз. Лоцимер	1 02.08.10	4,5
200	262	187	4,5	27,6		канал млиорця	0	4,5

Рис. 13. База даних фізико-хімічних показників якості води в озерах Шацького НПП

За результатами досліджень створено спеціалізований фонд архівних і оперативних космічних знімків акваторій Шацьких озер за даними з супутників SPOT, LANDSAT, Quick Bird. Для завдань тематичного дешифрування космознімків розроблялись бази даних параметрів рекреаційних навантажень на озера Шацького НПП. Джерелами первинної інформації баз даних є відповідні управління держадміністрацій, довідники і дані статистичної звітності. Тематичне дешифрування знімків виконане візуальними і числовими методами, з використанням попередньо розроблених таблиць дешифрувальних ознак рекреаційних навантажень на озерах Шацького НПП (табл.2).

Дешифрувальні ознаки природних і антропогенізованих акваторій Шацького НПП

Забруднення	Форма об'єктів	Спектрально-яскравісні характеристики	Текстура зображень	Динаміка
Рекреаційні трансформації озерних екосистем	Дифузійне джерело навантаження. Зображення витягнуті уздовж берега	<p>Світлий тон плям у видимій області. Максимум спектру відбивання в діапазоні $\lambda = 0,5-0,6$ мкм</p>  <p>НЛТУУ 900 м² озеро Пісочне 189 га пансіонат "Лісова пісочка" село Мельники</p>	Максимальна яскравість у вузькій смузі вздовж берега, пропорційна чисельності рекреантів Гradient яскравості спрямований до берега. Границі зображень чітко виражені.	Виникають при активізації рекреаційного відпочинку на воді. Обумовлені структурою рекреаційно порушеного дна озера. Ідентифікують території організованих та неорганізованих пляжних територій
«Цвітіння» води	Зображення нечіткі, властива просторово-часова мінливість, сезонність	<p>Підвищена яскравість в діапазоні $\lambda = 0,6-0,7$ мкм</p>  <p>Озерце Карасинець Соминець Світязь Image © 2009 DigitalGlobe</p>	Пухка або павутиноподібна (нитки і плями деформуються за напрямками водообміну)	Спостерігається в період вегетації синьозелених або діатомових водоростей. Визначається термічним режимом озер, розміром акваторії та глибиною. Більшості мілководних озер властиві переважання гомотермії.

Створений банк даних параметрів рекреаційних навантажень на озера Шацького НПП. Розроблено методику автоматизованого відновлення просторово-часового розподілу оптико-спектральних характеристик прибережних мілководь, обумовлених варіаціями гідрооптичних параметрів рекреаційно порушеного дна для оцінки рекреаційних навантажень на озерну екосистему за цифровими космічними знімками.

Застосування інструментів ГІС ArcGIS 9.9 забезпечило синтез векторних карт озерних комплексів Шацького НПП та їх рекреаційного навантаження. На основі ГІС-платформи, топографічної карти України М 1:200000 і баз атрибутивних даних господарських і рекреаційних навантажень, розроблені макети екологічних карт гідроморфних ресурсів Шацького НПП [5,15].

Результати аналізу показників місткості існуючих організованих пляжів вказують на те, що наявні пляжні території громадського користування і закладів оздоровчої та відпочинкової інфраструктури відповідають державним будівельним нормам України.

Однак облаштування, ідентифікованих ДЗЗ/ГІС-технологіями неорганізованих пляжних територій, потребує благоустрою та доукомплектування пляжно-відпочинковим інвентарем. Облаштування нових пляжних територій доцільно проводити на основі проектно-архітектурного планування забудови населених пунктів Шацького району у визначених місцях, з розробкою в кожному конкретному випадку проектно-будівельної документації та обов'язковим проведенням екологічної експертизи.

Висновки. Створення еталону якості поверхневих вод на основі даних фізико-хімічних досліджень водного середовища Шацького НПП є архіважливим компонентом розв'язку проблеми трансформації озерних комплексів України та їх збереження, які обумовлені просторово-часовим розподілом антропогенного навантаження.

Результати експедиційних досліджень зі збору первинних даних для розробки еталону поверхневих вод Шацького НПП (оз. Світязь), враховуючи унікальні можливості ДЗЗ/ГІС-технологій, повинні бути задіяні в екологічних програмах на території Західного Полісся [16] для оцінки трофічності, відновлення і розвитку водних екосистем, моніторингу стану природного середовища, планування природоохоронних заходів, моделювання та прогнозування явищ і процесів антропогенно-екологічного характеру, аналізу їх наслідків.

Література

1. Красовський Г.Я. Актуальність інформаційно-технічного забезпечення управління Шацьким національним природним парком / Красовський Г.Я., Мокрий В.І. // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. –К.: ПНБ, 2006. –№13. –С. 101-111.
2. Алексеевський В.Е. Шацький національний природний парк. Наукові дослідження 1983 – 1993 р.р./ Алексеевський В.Е. Горун А.А. Карпенко Н.І. Львович М.В. Матейчик В.І. Яценко П.Т. – Світязь, 1994. –246 с.
3. Шацький національний природний парк: наукові дослідження 1994-2004 р.р. / Матеріали наук.-практ. конф. до 20-річчя парку (Світязь, 17-19 травня 2004 року). – Луцьк.: Вид-во «Волинська обласна друкарня», 2004. –224 с.
4. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Присвячений 25-річчю Шацького НПП. –Луцьк.: Редакційно-видавничий відділ «Вежа» ВНУ ім. Лесі Українки. –2009. –№1, –247 с., –№2, –238 с.
5. Мокрий В.І. Технології оцінки рекреаційного потенціалу озер Шацького національного природного парку / Мокрий В.І. // Національна безпека: український вимір: зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ПНБ, 2009. –№6(25). – С.128-139.
6. Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність” від 11.02.98 // Офіційний вісник України, 1998, № 9. С. 317.

7. ГОСТ 27384-87. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.
8. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / Алекин О. А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. –Л.: Гидрометеиздат, 1973. –С. 22–31.
9. Єдине Міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу. Видання офіційне / Міністерство екології та природних ресурсів України. Нормативний документ. –Київ, 2001. –54 с.
10. Положення про Державний моніторинг навколишнього природного середовища / Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785.
11. Ільїн Л.В. Озера Волині: Лімно-географічна характеристика / Ільїн Л.В., Мольчак Я.О. –Луцьк: Надстир'я, 2000.–140 с.
12. Формування режиму природних вод району Шацьких озер в сучасних умовах / – К.: Аграрна наука, 2004. –96 с.
13. Сопрунок П. М. Фізико-хімічні дослідження водного середовища озера Світязь / Сопрунок П. М., Мельник М. М., Юзевич В. М., Підгірняк Я. Е., Семенюк О. М. // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Присвячений 25-річчю Шацького НПП –Луцьк.: Редакційно-видавничий відділ «Вежа» ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. –№1, –С.61-64.
14. Розробка методів моніторингу локальних екосистем Шацького національного природного парку з використанням наземних спостережень, цифрової кольорометрії та аналізу космоснімків: Звіт про науково-дослідну роботу / НАН України, Фізико-механічний інститут ім. Г. В.Карпенка, 2008. 514 с.
15. Федорів Р.Ф. Оцінка рекреаційного навантаження на акваторії озер Світязь та Пісочне / Федорів Р.Ф., Федорів Т.Р., Федорів Р.Т., Мокрий В.І. // Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки: матеріали I міжнародної науково-практичної конференції «Шацький національний природний парк: регіональні аспекти, шляхи та напрямки розвитку». –Луцьк.: Редакційно-видавничий відділ «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2007. –№11 (Ч.1). –С.106-112.
16. Мокрий В.І. Інформаційне забезпечення формування транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся» / Мокрий В.І., Трофимчук О.М., Федорів Р.Ф. // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ПНБ, 2007. – №17. –С.66-73.

Поступила в редакцію 5 лютого 2011 р.

Рекомендував до друку д.т.н. Г.Я. Красовський