

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Розроблено концепцію об'єктно-орієнтованої експертно-інформаційної системи управління та моніторингу стану екосистем транскордонного біосферного резервату "Західне Полісся". На основі системного аналізу функціонування природоохоронних територій розроблено систему автоматизації технологій ресурсокористування. Синтезована ієрархічна схема моніторингу лісових, водних, ґрунтових та антропогенізованих екосистем передбачає визначення наявних і прогнозованих зв'язків та впливів для забезпечення сталого розвитку екомережі Західного Полісся.

Ключові слова: заповідні території, сталий розвиток, екологічний моніторинг, геоінформаційні системи, система управління.

Екологічна доктрина України розглядає створення і розвиток природоохоронних об'єктів основними напрямками державної політики в еколого-економічній сфері. Вдосконалення і розвиток екомережі забезпечує виконання Україною міжнародних зобов'язань у сфері реалізації рішень Всесвітнього саміту з стійкого розвитку, Загальноєвропейської стратегії в області біологічного і ландшафтного різноманіття, Конвенції про охорону всесвітньої культурної і природної спадщини, Конвенції про біорізноманіття та інших міжнародних угод. Елементи національної екологічної мережі забезпечують еколого-економічну рівновагу держави, що є важливою передумовою забезпечення сталого, екологічно збалансованого розвитку України [1].

Формування транскордонного біосферного резервату (ТБР) "Західне Полісся" відбувається на прикордонній території трьох держав – України, Польщі та Білорусі. До складу цього резервату входять існуючі природно-заповідні території різних категорій, що розташовані поблизу кордону, та частково – прилегли до них пріоритетні екосистеми, які мають важливе значення в загальній структурі ландшафтно-біологічного різноманіття. Системна структуризація ТБР "Західне Полісся" передбачає входження до його складу таких біорезерватів – "Шацький" (Україна), "Західне Полісся" (Польща) і "Прибузьке Полісся" (Білорусь) [2].

Метою досліджень є формування експертно-інформаційної системи управління та моніторингу стану екосистем транскордонного біосферного резервату "Західне Полісся".

Методика досліджень передбачає польові реконгсцирувальні обстеження функціональних зон Шацького національного природного парку (НПП), системний аналіз функціонування екосистем, формування бази даних з використанням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) [3, 4]. Модельним об'єктом досліджень природоохоронних територій Західного Полісся вибрано екосистеми Шацького НПП.

Результати дослідження. Екосистемний аналіз функціонування досліджуваних територій свідчить про те, що це відкриті субекосистеми різного рівня з особливими структурою і функціями та сформованими зв'язками між собою та системами різного типу. Національні природні парки Законом України "Про природно-заповідний фонд" (ст. 20) трактують як природоохорон-

ні, рекреаційні, культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, для яких господарсько-рекреаційна функція є найважливішою нарівні з природоохоронною. У цій категорії на національному рівні практично реалізується філософська ідея вирішення суперечності між збереженням природи та її господарським використанням. Така форма заповідання є найбільш соціально корисною та економічно вигідною.

Будь-яка екосистема, для прикладу рівня Шацького НПП, не може існувати поза межами системи вищого рівня – екосистеми Західного Полісся. Власне забезпечення функціональних зв'язків між екосистемами здатне об'єднати їх в екологічну мережу Західного Полісся, яка створює біотичний каркас пан'європейської екологічної мережі. Організаційно-правові засади екомережі виписані в Законі України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр.", а механізм реалізації положень закону значною мірою закладено у Постанові Кабінету Міністрів України від 29.11.2001 р., № 1603 "Про утворення координаційної ради з питань формування національної екологічної мережі", яка спрямовує подальші дії у справах організації моніторингу в русло збалансованого розвитку та функціонування природоохоронних територій.

Моніторинг сталого розвитку потребує формування національного інформаційного середовища, яке акумулювало б наявні інформаційні ресурси [5]. Вирішення цієї проблеми можливе завдяки інтенсивному розвитку та широкому запровадженню геоінформаційних технологій [4, 6]

Базуючись на загальнонаціональній концепції екомережі, розроблено систему моніторингу екосистем Західного Полісся, зокрема фонового моніторингу. Саме ця форма контролю стану природних екосистем та їх складових придатна до реалізації на локальному та регіональному рівнях. Фоновий моніторинг становить систему інвентаризаційних обстежень об'єктів, інформаційно-аналітичного оброблення результатів досліджень, структуризацію, стандартизацію та подання інформації у доступному для прийняття рішень вигляді, створення засобів тривалого збереження інформації та розширення її емпіричного базису.

Розроблено науково обґрунтовану концепцію специфічної експертно-інформаційної системи (рис. 1) Шацького НПП та прилеглої довкілля, закладено основи комплексного, але водночас і функціонально структурованого моніторингу екосистем. Така концепція має ієрархічний характер, вміщуючи на різних рівнях концептуальні засади моніторингу лісових, водних, ґрунтових та антропогенізованих екосистем, з координацією вимірювань та інтеграцією результатів через інформаційний центр. Оскільки це питання є системним, ієрархічна схема моніторингових об'єктів екосистем передбачає, визначення як наявних зв'язків між її частинами, так і прогнозованих для забезпечення повноцінного функціонування екомережі Західного Полісся.

Моніторинг територій Шацького НПП відносять до категорії фонового моніторингу, який координується з програмами локального місцевого, регіонального та національного моніторингу. До локального моніторингу залучають весь комплекс спостережень і оцінок, а також дані прогнозу і рекомендації щодо прийняття рішень. Для регіонального моніторингу фонові матері-

али становлять насамперед порівняльно-оціночний інтерес, а також залучаються до загального регіонального кадастру природничих об'єктів та регіональної екомережі. У системі національного моніторингу фоновий моніторинг природно-заповідного фонду (ПЗФ) Західного Полісся посідає одне з вузлових місць, оскільки знаходиться на вододілі Чорноморського і Балтійського басейнів. Тобто, у рамках концепції Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Шацький НПП становить одне з "природних ядер" національної екомережі. Отож, комплексний моніторинг цієї території забезпечує розробку еколого-інформаційних ресурсів, необхідних усім рівням споживачів – від локального та місцевого до національного.



Рис. 1. Структура експертно-інформаційної системи Шацького НПП

Побудовано інформаційно-аналітичну систему моніторингу природоохоронними комплексами Західного Полісся [7]. За результатами систематизації розроблених методів і моделей комплексу процесів оброблення й аналізу даних, запропоновано систему оперативного і стратегічного управління природоохоронними територіями (рис. 2), яка містить нові функціональні можливості: оперативну науково-обґрунтовану оцінку екологічного стану екосистеми, прогнозування динаміки екосистем у разі дії природно-антропогенних факторів та еколого-економічну базу управління для попередження і відвернення екологічних загроз біорізноманіттю та зміцнення екологічної безпеки природно-ресурсних комплексів. Функціонування створеної системи моніторингу та управління відбувається у певній послідовності, коли кожен наступний етап є можливим лише після виконанні попереднього. Послідовність розроблення і впровадження завдань моніторингу на локальному об'єкті відбу-

вається за такою схемою: інвентаризація одиниць спостереження (індикаторні види, біотичні угруповання, геоекологічні типи); еколого-картографічне моделювання; менеджмент-план виконання вітчизняних та міжнародних вимог і стандартів; впровадження контролю на базі геоінформаційних систем.

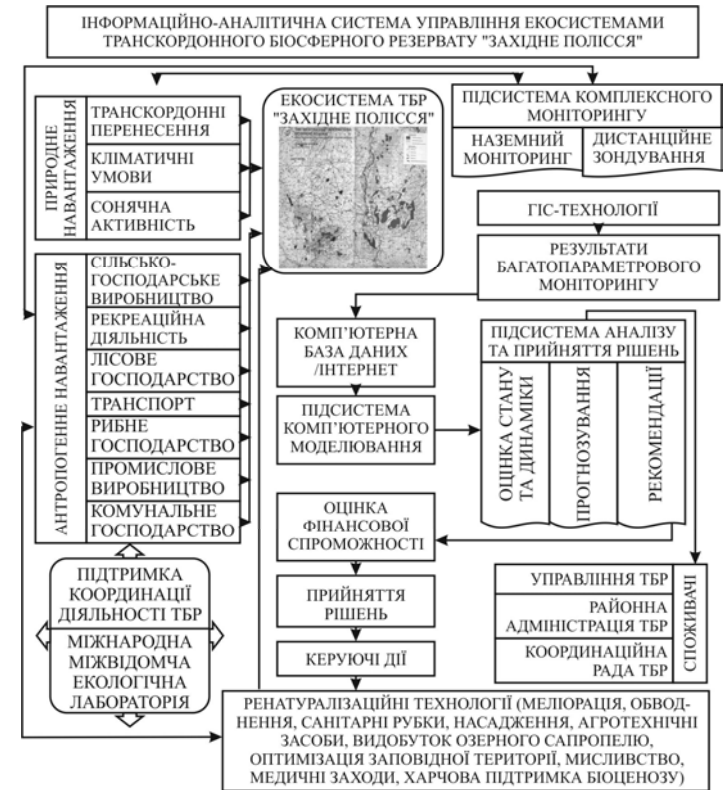


Рис. 2. Інформаційно-аналітична система моніторингу та управління транскордонним біосферним резерватом "Західне Полісся"

Таким чином, структура й організація фонового моніторингу на локальному природоохоронному об'єкті відображає структурно-організаційні особливості вищих за ієрархією рівнів моніторингу, принципово базуючись на експертно-інформаційних засадах.

Використання експертно-інформаційної системи фонового моніторингу полягає в науковому обґрунтуванні низки проектів, рішень та вимог щодо менеджменту природоохоронних територій, а саме: встановлення ступеня стабільності головних біотопних комплексів та її залежність від існуючих функціональних чи просторових (екологічні коридори) зв'язків; врахування дії антропогенних чинників на формування, існування та сталий розвиток структурних одиниць; проведення ідентифікації та диференціації різних типів екосистем; визначення динаміки змін у головних компонентах екосистем і територіальних комплексах Західного Полісся.

Інформатизація та автоматизація природокористування забезпечують стабільний розвиток територій Західного Полісся. Систему автоматизації технологій ресурсокористування (рис. 3) розроблено на основі аналізу функціонування природоохоронних територій, що характеризується комплексом базових положень: враховують ландшафтну диференціацію територій; комутацію і трансформацію ресурсної інформації здійснюють у самій системі; система активно впливає на систему вищого рангу, зовнішню відносно неї, використовуючи її одночасно як середовище і буфер; у структуру системи введено природоохоронні обмеження; оптимізацію структури здійснюють шляхом як раціоналізації прямих і зворотних зв'язків, так і зменшення кількості рівнів і одиниць (вихідних блоків інформації) на кожному рівні системи.

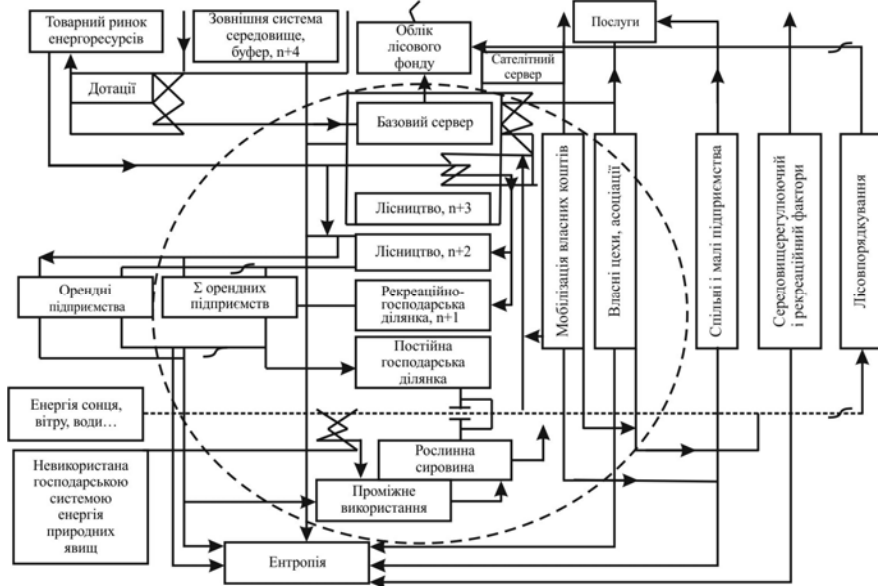


Рис. 3. Система автоматизації технологій ресурсокористування

Інформація про потік енергії і ресурсів, розділена на блоки даних про реальний стан екосистем, є комплексною моніторинговою інформацією процесів антропогенізації та ренатуралізації територій. Потік енергії і ресурсів на вході в систему вміщує енергію природовідновних явищ і енергію, внесену господарською діяльністю. Вплив природної енергії на екосистеми об'єктивно виражається параметрами досліджених резерватогенних і силва-тизаційних ефектів, а енергія, внесена техногенезом, залежить від параметрів, що характеризують незбалансованість ресурсокористування, постмеліоративні явища, ерозію ґрунтів, рекреаційну деградацію ландшафтів тощо. Для запобігання енергоресурсних втрат, які супроводжують будь-яку систему, на схемі (рис. 3) проілюстровано роздріблення потоків втрат (ентропії) на менші, які дають більшу можливість для утилізації шляхом природоохоронних заходів. Крім того, система може сама нарощувати енергоресурсні вклади в

природні та господарські ландшафти, базуючись на оперативній моніторинговій інформації, і нарахування від прибутків рекреаційно-туристичної, лісогосподарської та агропромислової галузей. До активного впливу на систему вищого рівня віднесено використання сучасних технологій ДЗЗ/ГІС структурування геопросторових даних, що забезпечує підвищення в кілька разів швидкості оброблення потоку природоресурсної інформації.

Висновки. Пропонована система забезпечує наукову концепцію ресурсокористування, що базується на розроблених та апробованих технологіях моніторингу, моделювання та прогноз функціонування екосистем, з властивою єдиною ієрархією систем (від локальної екосистеми до природно-ресурсного комплексу), будучи оперативним методом впливу на ефективність природокористування та забезпечення сталого розвитку Західного Полісся.

Література

1. Закон України "Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки", м. Київ, 21 вересня 2000 р., № 1989-III.
2. Мокрий В.І. Інформаційне забезпечення формування трансграничного біосферного резервату "Західне Полісся" / В.І. Мокрий, О.М. Трофимчук, Р.Ф. Федорів // Екологія і ресурси : зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – К. : Вид-во ПНБ. – 2007. – № 17. – С. 66-73.
3. Капустяник В.Б. Прикладна спектроскопія : навч. посібн. / В.Б. Капустяник, В.І. Мокрий. – Львів : Вид. центр Львівського НУ ім. Івана Франка, 2009. – 320 с.
4. Придатко В.І. Принципово нові можливості для формування екомережі в Україні у зв'язку з появою досвіду цільової оброблення та інкорпорації космоснімків в ГІС / В.І. Придатко, Ю.М. Штепа. – Сер.: Космічна наука і технологія. – 2002. – Т. 8, № 2/3. – С. 39-65.
5. Павліха П.В. Управління сталим розвитком просторових систем: теорія, методологія, досвід : монографія / П.В. Павліха. – Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2006. – 380 с.
6. Красовський Г.Я. Актуальність інформаційно-технічного забезпечення управління Швацьким національним природним парком / Г.Я. Красовський, В.І. Мокрий // Екологія і ресурси : зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – К. : Вид-во ПНБ. – 2006. – № 13. – С. 101-111.
7. Мокрий В.І. Інформаційно-аналітична модель збалансованого розвитку заповідних та рекреаційних геокомплексів / В.І. Мокрий, Л.І. Копій, М.М. Паславський, Л.В. Калагурка, О. В. Мудрак // Міжнародний екологічний форум "Довкілля 2010" / Збалансований (сталий) розвиток України – пріоритет національної політики : матер. Всеукр. наук. екол. конф. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2010. – С. 197-202.

Мокрий В.І. Інформаційні технології забезпечення устійливого розвитку природоохоронних об'єктів Західного Полісся

Разработана концепция объектно-ориентированной экспертно-информационной системы управления и мониторинга состояния экосистем трансграничного биосферного резервата "Западное Полесье". На основе системного анализа функционирования природоохранных территорий разработана система автоматизации технологий ресурспользования. Синтезированная иерархическая схема мониторинга лесных, водных, почвенных и антропогенизированных экосистем предусматривает определение имеющихся и прогнозируемых связей и влияний для обеспечения устойчивого развития экосети Западного Полесья.

Ключевые слова: заповідні території, устійливе розвиток, екологічний моніторинг, геоінформаційні системи, система управління.

Mokryy V.I. Information technology for sustainable development of environmental protection objects of the West Polesie

The concept of object-oriented expert information system management and monitoring of ecosystems, cross-border biosphere reserve "Western Polesie." On the basis of a

systematic analysis of the functioning of protected areas designed automation technology resource use. The synthesized hierarchical scheme for monitoring forest, water, soil and antropogenizations ecosystems, provides a definition of existing and projected connections and influences, to ensure sustainable development of the West Polesie ecological network.

Keywords: reserve areas, sustainable development, environmental monitoring, geographic information systems, management system.

УДК 004.[832.3+942] Аспір. М.В. Машевська¹ – НУ "Львівська політехніка"

НЕЙРОНЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЖИТЛА НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКА РІВНЯ БІОКОМФОРТУ

Розглянуто основні фактори, що впливають на відчуття комфорту людини в будинку. Оцінено співвідношення, характер та межі впливу цих чинників на якість житлового середовища. Описано процес побудови в аналітичному вигляді співвідношення, що характеризує відповідний взаємозв'язок, методами нейронечіткого та нейроматематичного моделювання. Розроблені моделі дають змогу прогнозувати та розраховувати рівень біокомфарту людини в житловому середовищі.

Ключові слова: біокомфарт, житлове середовище, контролер нечіткої логіки, нейромодель.

Вступ. Визначення людиною поняття "комфортне житло" має досить індивідуальний характер. Натомість, якщо відкинути суб'єктивні оцінки та вподобання потенційних мешканців, можна визначити низку основних параметрів, що характеризують якість житлового середовища. Врахування таких показників на етапах проектування, реконструкції або експертного оцінювання вартості житла дасть змогу передбачити показник рівня біокомфарту залежно від об'єктивних характеристик будинку.

Постановка проблеми. Дотримання нормативних вимог та стандартів щодо проектування житлового будинку не гарантує забезпечення високого рівня комфорту проживання людини. У роботі [1] (P.O. Fanger) описано модель, що дає змогу на основі показників мікроклімату, ізоляційних характеристик одягу людини та її фізичної активності отримати прогнозовану оцінку рівня комфорту в приміщенні PMV (predicted mean vote). Оскільки під час перебування в житловому середовищі людина самостійно може регулювати ступінь ізоляваності тіла одягом відповідно до важкості виконуваної роботи, то в процесі оцінювання рівня комфорту на етапі проектування (чи реконструкції) будинку можна знехтувати врахуванням показників обох параметрів. Організм людини, що перебуває в "замкнутому середовищі" реагує не лише на зміну значень показників мікроклімату, зокрема теплових, але й на вплив інших зовнішніх чинників. Такі показники, як ступінь природного освітлення та інсоляції житлового середовища, також відіграють істотну роль в оцінюванні рівня біокомфарту. Споруда (чи окреме приміщення) сама по собі взаємодіє з людським організмом на енергетичному рівні. Характер такої взаємодії описується показником питомої енергетики впливу на біологічний об'єкт [2]. Інтенсивність впливу цих чинників на відчуття людини зале-

жить від чутливості організму до дії зовнішніх факторів, а також від режиму проживання, тобто ступеня активності та часу перебування в житлі. Для врахування дії факторів, що впливають на людський організм, і оцінюються в межах критеріїв "комфорт-дискомфорт", потрібно розробити модель, що дасть змогу на етапі проектування (чи експлуатації) житлового середовища оцінити його якість відповідно до показника рівня біокомфарту PLC (predicted level of comfort). Використання методів та засобів нечіткого та нейронечіткого моделювання для задачі оцінювання параметрів біокомфарту є метою проведених досліджень.

Параметри, що визначають рівень біокомфарту людини в приміщенні, їх межі та співвідношення показників. Процес оцінювання рівня комфорту середовища проживання відбувається шляхом співвідношення низки параметрів, зокрема: якості мікроклімату, площі та кількості світлопрозорих елементів та необхідного рівня інсоляції житлових кімнат з урахуванням показника тепловтрат через вікна, рівня шумо- та звукоізоляції, показника компактності будинку та ін. Безперечно, показник комфорту житла залежить не лише від ступеня відповідності параметрів будинку нормативним вимогам, але й від особистих характеристик та побажань потенційних мешканців. Організм людини, що тривалий час перебуває у певному середовищі, безперечно реагує та пристосовується до впливу змін значень зовнішніх чинників. Ступінь збереження рівноваги систем організму в моделі "людина – приміщення" характеризується показником біокомфарту. Основними чинниками середовища, що впливають на рівень біокомфарту, є: параметри мікроклімату, ступінь природного освітлення кімнат та показник біоенергетичного впливу будинку на людський організм.

Згідно з інформацією, поданої в науковій літературі, зокрема [3], оптимальними вважають такі значення параметрів мікроклімату:

- температура повітря (T_{in}) в межах 20-22 °C для холодного періоду і 22-24 °C для теплого періоду року;
- перепад між температурами повітря та внутрішніх поверхонь стін (Δt) – не більше ніж 3 °C;
- відносна вологість повітря (φ) в межах 50-60 %.

Визначальними параметрами, що характеризують рівень теплового мікроклімату житлового середовища, є температура повітря і середня температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій (ОК). Рівність цих двох показників є ідеальним співвідношенням, проте в реальних будинках такі умови складно забезпечити. Зовнішні огорожувальні стіни (ЗОС), що характеризуються низкою теплофізичних параметрів, ззовні піддаються впливам кліматичних факторів. Чим нижчим є опір теплопровідності ЗОС, тим сильнішою буде залежність температур на внутрішній та зовнішній її поверхнях. Кожен додатковий 1 °C різниці між температурами повітря і внутрішніх поверхонь огорожень погіршує рівень теплового мікроклімату приміщення. Коли температура внутрішньої поверхні ЗОС відрізняється від температури повітря більше ніж на 3 °C, біля поверхонь стін спостерігають явище перерозподілу тепла, що супроводжується збільшенням швидкості циркуляції повітря і викликає відчуття протягу в приміщенні.

¹ Наук. керівник: проф. Р.О. Ткаченко, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"