

УДК 504.05

В.І. МОКРИЙ¹, О.С. БУТЕНКО²¹ *Національний лісотехнічний університет України, Україна*² *Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, Україна*

АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Визначені основні принципи побудови системи управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся, на основі яких розроблений евристичний алгоритм. Запропонований підхід управління екологічною безпекою природно-антропогенних екосистем враховує ступінь їх гемеробності та рекреаційної трансформованості, який шляхом використання математичних інструментів, забезпечує автоматизацію операцій з побудованими базами даних, що доцільно застосувати для розробки та оцінки пріоритетності і ефективності проектів забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку території Західного Полісся.

Ключові слова: *природно-заповідний об'єкт, управління екологічною безпекою, екологічний моніторинг.*

Вступ

Екологічна безпека унікальних екосистем Західного Полісся має стратегічне значення для управління та прогнозування наслідків природно-техногенних впливів на ландшафти, біорізноманіття і стабільність мікроклімату Поліської зони трьох сусідніх країн – України, Білорусі, Польщі. Особливості взаємозв'язків між соціально-економічною сферою і довкіллям обумовлюють комплексні екологічні проблеми, з регіональною специфікою видів небезпек. Управління екологічною безпекою є інтегральним процесом, який, базуючись на загальних принципах, обумовлений локальними особливостями функціонування природно-територіальних комплексів. Актуальність досліджень визначається принципово новими вимогами до оперативності, вірогідності і повноти інформації, потрібної для збалансованого екологічно безпечного управління екосистемами Західного Полісся.

Постановка задачі дослідження

Відомі теорії, методики і системи управління екологічною безпекою, а саме: синергетичний підхід [1], імовірно-структурологічне моделювання [2], економічний підхід [3], комплексна ієрархічна регіональна система еколого-технологічного управління [4], управління техногенною сейсмічністю [5], висвітлюють загальні принципи управління екологічною безпекою, базуються на прогнозуванні наслідків реалізації небезпек, аналізі чинників техногенної сейсмічності, в більшості випадків орієнтовані на

територіально-промислові комплекси, внаслідок чого не враховується регіональна специфіка формування небезпеки для природоохоронних територій. В Україні існують регіони з чітко вираженою профілізацією небезпек біорізноманіттю, як, наприклад, біосферні заповідники, національні природні парки, заказники, які характеризуються інтенсивним антропогенним навантаженням регіонального і транскордонного походження. Розглянута низка питань, що стосуються математичного забезпечення управління екологічною безпекою природоохоронних об'єктів Харківщини [6], оцінки загроз екосистемам та біотичним комплексам та ідентифікації загроз біорізноманіттю Шацького національного природного парку (НПП), але на даний час залишаються недостатньо дослідженими аспекти управління екологічною безпекою природо-охоронних територій Західного Полісся загальнодержавного та міжнародного значення.

Мета роботи – розробити загальний евристичний алгоритм управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся. Модельним об'єктом досліджень природоохоронних територій Західного Полісся вибрано екосистему Шацького НПП. Предмет досліджень – антропогенні і ренатуралізаційні явища і ефекти та особливості процесів динаміки екосистем Західного Полісся.

Методика досліджень передбачає системний аналіз функціонування екосистем, методи і моделі побудови екосистемно-диференційованих ландшафтно-агрегованих баз даних інформаційно-експертних систем моніторингу, з використанням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) [7-9].

Результати досліджень

Стратегія управління екологічною безпекою базується на наступних положеннях [4]:

– управління повинно здійснюватись на основі застосування закономірностей формування небезпеки, основними з яких є регіоналізація, раціональна територіальна структуризація та профілізація;

– ефективно управляти можна тільки через підсистеми, що відповідають структурним елементам екологічної небезпеки.

На цих положеннях базується стратегія роботи, згідно якої система управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів обов'язково повинна включати підсистему моніторингу та ідентифікації загроз локальним екосистемам, а технічні рішення, які є її елементом і розробляються на основі першого положення, спрямовані на зниження рівня або ліквідацію небезпек, що створюються антропогенізацією: постмеліоративні явища, зниження рівня ґрунтових вод, рекреаційні дигресії, антропогенні трансформації ландшафтів, зменшення біорізноманіття, шкідливий фізичний та психологічний вплив на населення тощо. Наступним кроком є розробка управлінських рішень для ренатуралізації та підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів, що зазнали техногенного впливу шляхом активізації їх природовідновних функцій.

Організація науково-практичних рішень базується на результатах теоретичних [10] і експериментальних досліджень [11-14] і способів зниження впливу антропогенних чинників на довкілля: оптимізація функціонального зонування об'єктів природо-заповідного фонду, оптимізаційне моделювання сільватизаційних явищ та резерватогенних ефектів, створення передумов для формування екокоридорів, а також можливості їх реалізації [15] в умовах конкретних регіонів Західного Полісся. Адаптована схема процесу управління екологічною безпекою [5], що базується на наведених положеннях, має наступний вигляд (рис. 1).

Системна парадигма визначає п'ять етапів процесу управління. На першому етапі ідентифікуються джерела екологічних загроз і об'єктів, що зазнають антропогенізації. Другий етап – інформаційно-аналітичний моніторинг стану екологічної небезпеки. Третій – встановлення складових механізмів формування небезпек, що підлягають регулюванню, розробка конкретних адміністративно-господарських рішень. Четвертий – впровадження управлінських заходів. П'ятий – аналіз отриманих результатів.

Базовою процедурою першого етапу (1 на рис. 1) є багатопараметровий моніторинг джерел й об'єктів, що зазнають антропогенного впливу. Метою моніторингу джерел антропогенізації є визна-

чення їх місця знаходження, зон дії джерел й об'єктів навколишнього середовища, що знаходяться в цих зонах, встановлення ступеня гемеробності екосистем, визначення специфіки і ландшафтної диференціації урбанізації (транскордонні перенесення, кар'єрні поля, комунально-побутова інфраструктура, селищна забудова, осушувальна меліорація, рекреаційні дигресії). Джерела антропогенізації й об'єкти, що знаходяться в зоні їх дії, становлять потенційні екологічно небезпечні кластери (ПЕНК) „джерело - об'єкт”.

Оскільки антропогенізація впливає на екосистеми прямим шляхом (зміна гідрохімічних показників якості водойм, забруднення повітря автотранспортом та іншими джерелами викидів аерополітантами, зниження рівня ґрунтових вод, хімізація агротехніки,) та опосередкованим (осушені ґрунти трансформуються у мінеральні, вигорілі торфовища у пірогенні утворення, рекреаційні дигресії, зміна видового складу і втрата біорізноманіття), то доцільно визначати зони прямого та опосередкованого впливу. Під зонами впливу будемо розуміти просторову область, що обмежена контурами класів гемеробії систематизованої антропогенізації територій Шацького НПП. Застосування розроблених продукційних правил і алгоритмів визначають високу інформаційну ємність синтезованих еколого-картографічних моделей ступенів гемеробності екосистем [9]. Зона опосередкованого впливу обмежена контурами визначених класів гемеробії (окультуреності): I – агемеробний (луки, ліси, болота, не охоплені людською діяльністю); II – олігогемеробний (ліси і луки, де проходить господарська діяльність); III – мезогемеробний (лісопаркова і паркова частини НПП). Зона прямого впливу обмежена контурами класів гемеробії: IV – еугемеробний (сади, с/г угіддя, орні землі); V – полігемеробний (кар'єри, відвали, насипи); VI – метагемеробний (урбанізовані території).

Розміри зони можливого розповсюдження екологічної небезпеки в разі порушення стану об'єкту, що зазнає антропогенізації, наприклад, площа депресійної лійки прогнозованого впливу Хотиславського кар'єру, можуть перевищувати розміри розрахункової зони небезпечності конкретного джерела впливу. Тоді зона потенційної екологічної небезпеки джерела антропогенізації визначатиметься зоною можливої екологічної небезпеки даного об'єкту. При перекритті зон дії кількох джерел, визначаються домінуючі джерела (такі, що породжують екологічні загрози максимальної інтенсивності), а також використовується принцип суперпозиції екологічних загроз окремих джерел.



Рис. 1. Структурна схема процесу управління екологічною безпекою за [5] природно-заповідних об'єктів Західного Полісся:

МБР – міжнародний біосферний резерват; БР – біосферний резерват; НПП – національний природний парк; ЛП – ландшафтний парк. Цифрами позначені етапи процесу управління, при виконанні яких реалізуються елементи схеми.

У процесі моніторингу об'єктів, що зазнають антропогенізації, встановлюється їх реальний стан, характер і масштаби потенційної небезпеки.

За результатами відпрацювання першого етапу виділяються ПЕНК і встановлюється регіональна структура екологічної небезпеки, що формується чинниками антропогенізації.

На другому етапі (див. 2 на рис. 1), залежно від масштабів можливих екологічних наслідків і ступеня ризику реалізації небезпек, проводиться ранжування та визначаються ПЕНК реальної, найбільш імовірної, потенційної, найвищої потенційної небезпеки та профілізація небезпеки території. Основою даного етапу є процедура оцінки стану екологічної безпеки окремих ПЕНК та регіону в цілому.

Результатом виконання робіт даного етапу є визначення пріоритетних напрямків проведення природоохоронних заходів і необхідної величини зниження інтенсивності екологічних загроз за кожним ПЕНК, що, за своєю сутністю, є постановкою завдання для подальших етапів екологічно безпечного ресурсокористування.

На третьому етапі визначаються елементи механізму формування небезпеки, корегуванням яких

досягається вирішення поставлених на другому етапі завдань. На основі принципів розвитку складно організованих систем [1] для кожної конкретної ситуації здійснюється прогнозування індивідуальних тенденцій розвитку ПЕНК. Наприклад, проектом організації та розвитку територій Шацького НПП закладено розвиток рекреаційно-туристичної інфраструктури. В такому разі відбуватиметься поступове самоорганізоване зниження рекреаційних дигресій в рамках запрограмованого розвитку ПЕНК „рекреація – лісові екосистеми”, «рекреація – лімно-системи».

Використовуючи системи заходів формування лісоекологічних та гідроекологічних коридорів [26], з врахуванням тенденцій сільватизаційних явищ [22, 23] визначається один або декілька елементів для регулювання лісотвірних процесів, або об'єкту, що зазнає антропогенізації), відповідно до яких обираються конкретні методи управління безпекою (блок методів управління антропогенізацією див. на рис. 1):

– проектування лісокультурних площ, лісомеліорація девастрованих ландшафтів, застосування

біонанотехнологій мікоризації лісопосадкового матеріалу для формування високопродуктивних насаджень, формування оптимально-рекреаційного лісу;

– забезпечення ефективного функціонування екологічно чистого агровиробництва, визначення найбільш доцільних природоохоронних та господарських напрямків подальшого використання масивів осушених земель, стримування розвитку деградаційних процесів в агрофітоценозах;

– впровадження в практику заповідання концепції гідроecологічних коридорів [16], що становлять територіально сполучені водні об'єкти елементів екологічної мережі, служать каналами міграції речовин та енергії, флори та фауни, забезпечують єдність ландшафту і функціонування буферної зони гігоморфних комплексів природоохоронних територій.

– оптимізація структури та взаємного впливу порушених і непорушених територій басейнів річок Рита, Малорита, Копайівка, Західний Буг, Прип'ять.

Кінцевою процедурою даного етапу є розробка відповідних управлінських рішень, сутність яких полягає в створенні нових і підвищенні ефективності існуючих науково-технічних засобів й організаційно-господарських заходів, що забезпечують досягнення прийнятних станів екологічної безпеки.

У ході виконання четвертого етапу (4 на рис. 1) здійснюється практична реалізація в умовах досліджуваного регіону розроблених для кожного ПЕНК рішень. Територія Західного Полісся відзначається наявністю репрезентативних природних та порушених екосистем і є ідеальною базою для науково-дослідних робіт щодо встановлення напрямів розвитку гідрологічно-грунтових процесів під час антропогенного навантаження, аналізу динаміки гідрологічного складника доквілля та впливу меліоративно-осушувальних робіт на водно-болотні угіддя заповідної зони і прилеглих територій [17]. Водно-болотні угіддя – провідна частина природних ландшафтів, і їх охорона є обов'язковою під час використання їхнього природного стану для наукових, навчальних, господарських та рекреаційних цілей.

П'ятий етап (5 на рис. 1) є аналізом ефективності впровадження управлінських рішень. Його результатом є висновки про поліпшення стану екологічної безпеки в регіоні та рекомендації з подальшого підвищення або підтримки досягнутого рівня безпеки.

Висновки

Наведений алгоритм послідовності і змісту етапів, що описують запропоновану схему процесу

управління екологічною безпекою територій Шацького НПП, є евристичним алгоритмом управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів.

Пропонований підхід управління екобезпекою природно-антропогенних екосистем враховує ступінь їх гемеробності та рекреаційної трансформованості, який шляхом використання математичних інструментів, забезпечує автоматизацію операцій з побудованими базами даних, що доцільно застосувати для розробки та оцінки пріоритетності і ефективності проектів забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку територій Західного Полісся у складі Смарагдової мережі Європи (Бернська конвенція) і Світової мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО.

Література

1. Муравых, А.И. Синергетический подход к управлению экологической безопасностью [Электронный ресурс] / А.И. Муравых. – Режим доступа: http://dpr.ru/pravo/pravo_9_26.htm. – 12.10.2008р.

2. Бегун, В.В. Розробка методів управління техногенною безпекою міста на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / Василь Васильович Бегун; НАН України. Ін-т пробл. моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – К., 2007. – 20 с.

3. Луцько, В.С. Удосконалення економічного механізму регулювання екологічної безпеки [Текст]: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.08.01 / Василь тепанович Луцько; НАН України. Рада по вивч. продукт. сил України. – К., 2001. – 19 с.

4. Шмандій, В.М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти) [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 21.06.01/ Шмандій Володимир Михальлович. –Х., 2003. – 356 с.

5. Шмандій, В.М. Алгоритм управління екологічною безпекою регіону в умовах інтенсивного техногенного сейсмічного навантаження [Текст] / В.М. Шмандій, В.І. Бредун // Екологічна безпека. – 2009, №3(7). – С. 169-171.

6. Ігнат'єв, С.Є. Математичне забезпечення управління екологічною безпекою природоохоронних об'єктів [Текст] / С.Є. Ігнат'єв // Екологічна безпека. – 2009. – № 4/(8). – С. 63-69.

7. Капустяник, В.Б. Прикладна спектроскопія [Текст] / В.Б. Капустяник, В.І. Мокрий // Вид. центр Львівського НУ ім. Івана Франка. – Л., 2009. – 320 с.

8. Придатко, В.І. Принципово нові можливості для формування екомережі в Україні у зв'язку з появою досвіду цільової оброблення та інкорпорації космознімків в ГІС [Текст] / В.І. Придатко, Ю.М. Штепа // Космічна наука і технологія. – 2002. – Т. 8, № 2/3. – С. 39-65.

9. Мокрий, В.І. Інформаційні технології моніторингу і еколого-картографічного моделювання процесів урбанізації природоохоронних територій Західного Полісся [Текст] / В.І.Мокрий // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – 2011. – Вип. 21.18. – С. 315-322.

10. Скляр, В.Г. Системний підхід до оптимізації охорони природних комплексів [Текст] / В.Г. Скляр, Ю.Л. Скляр // Український ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 4. – С. 388-396.

11. Мокрий, В.І. Флуоресцентний метод тестування стійкості рослин урбанізованого середовища [Текст] / В.І. Мокрий, С.Д. Гриджук, Ю.І. Панківський // Науковий вісник. – 1999. – Вип. 9.8. – С. 107-109.

12. Ідентифікація космознімків для моніторингу лісових екосистем Шацького НПП [Текст] / В.І. Мокрий [та ін.]. // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, Харків, Крим, 3–7 вер. 2007 р. – С. 249-253.

13. Мокрий, В.І. Ідентифікація космознімків антропогенно-змінених екосистем Шацького національного природного парку [Текст] / В.І. Мокрий //

Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку: матеріали наукової конф., Львів, 2005. – С. 56-57.

14. Мокрий, В.І. Технології оцінки рекреаційного потенціалу озер Шацького національного природного парку [Текст] / В.І. Мокрий // Національна безпека: український вимір: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – №6 (25). – К., 2009. – С. 128-139.

15. Мокрий, В.І. Інформаційні технології збалансованого розвитку рекреаційних комплексів Шацького НПП [Текст] / В.І. Мокрий // Екологічний вісник. – 2008. – № 3. – С. 20-21.

16. Романенко, В.Д. Концептуальні підходи при формуванні трансграничних гідроекологічних коридорів [Текст] / В.Д. Романенко, Й.В. Гриб, М.Д. Гродзинский // Гидробиол. Журн. – № 5. – 2003. – С. 3-20.

17. Колошко, Л.К. Меліоративне осушення в межах Шацького національного природного парку та охорона водно-болотних угідь [Текст] / Л.К. Колошко, Ф.В. Зузук // Наук. вісник ВНУ ім. Лесі Українки. Присв. 25-річчю Шацького НПП. – 2009. – № 1. – С. 191-194.

Поступила в редакцію 11.12.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. виробництва радіоелектронних систем літальних апаратів Г.Я. Красовський, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИРОДО-ЗАПОВЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ

В.И. Мокрый, О.С. Бутенко

Определены основные принципы построения системы управления экологической безопасностью природо-заповедных объектов Западного Полесья, на основе которых разработан эвристический алгоритм. Предложенный подход управления экологической безопасностью природно-антропогенных экосистем учитывает степень их гемеробности и рекреационной трансформированности, который путем использования математических инструментов, обеспечивает автоматизацию операций с построенными базами данных, что целесообразно применить для разработки и оценки приоритетности и эффективности проектов обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития территорий Западного Полесья.

Ключевые слова: природо-заповедный объект, управление экологической безопасностью, экологический мониторинг.

ALGORITHM OF MANAGEMENT OF THE NATURALLY-PROTECTED OBJECTS OF WESTERN POLESYE ECOLOGICAL SAFETY

V.I. Mokryy, O.S. Butenko

Certain basic principles of construction of control system of the naturally-protected objects of Western Polesye, on the basis of that a heuristic algorithm is worked out, by ecological safety. Offered approach management of naturally-anthropogenic ecosystems ecological safety, a degree takes into account them gemerobies and recreational transformations, that by the use of mathematical instruments, provides automation of operations with built databases, that it is expedient to apply for development and estimation of priority and efficiency of projects of providing of ecological safety and steady development of territories of Western Polesye.

Keywords: the naturally-protected object, management ecological safety, ecological monitoring.

Мокрий Володимир Іванович – канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент кафедри екології, Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна, e-mail: mokryi@ukr.net.

Бутенко Ольга Станіславовна – д-р техн. наук, доцент, проф. кафедри виробництва радіоелектронних систем літальних апаратів Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: OS-B@bk.ru.