

ческого программирования, нахождения оптимального решения которой осуществлено градиентным методом.

Ключевые слова: экономическая безопасность аграрной отрасли, оценка уровня экономической безопасности, моделирование экономической безопасности, задача математического программирования.

Luchik V.Ye., Luchik M.V. Building a model for evaluation of economic security level of agricultural sector

To assess the level of economic security of agricultural sector is proposed to use these functional components: financial, investment, innovation, production and technological, environmental, marketing, legal and political, social, intellectual and human resources, foreign trade, infrastructure. To solve this problem, a model in the form of a mathematical programming problem, finding the optimal solution which is implemented by the gradient method, is built.

Keywords: economic security of the agricultural sector, to assess the level of economic security, modeling of economic security, mathematical programming problem.

УДК 004.891.008.1:630*

Аспір. І.І. Лотуш¹ – НЛТУ України, м. Львів

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Проведено аналіз та наведено характеристики сучасних СППР у лісовому господарстві, наведено опис основних блоків СППР. Розглянуто особливості сучасного етапу розвитку СППР, що виражається в інтеграції систем управління базами даних і систем управління базами знань, у розробці спеціального класу СППР – просторових СППР, у розвитку техніки рішення багатокритеріальних задач. Показано, що в умовах глобальних змін проблеми управління багатofункціональним лісовим господарством можна успішно вирішувати лише з використанням СППР, що дають змогу враховувати взаємодію багатьох факторів та інтересів.

Ключові слова: лісове господарство, прогнозування, інформаційні системи, моделювання.

Постановка проблеми. Україна належить до європейських держав, що приєдналися до процесу розробки спільних цілей і принципів ведення господарства в лісах Європи (Гельсінський процес), спрямованих на невиснажливе лісокористування, збереження і відновлення біорізноманіття лісових екосистем. З огляду на це, стратегічні цілі національної лісової політики повинні мало відрізнятися від цілей, що сформульовані міжнародними угодами стосовно сталого розвитку, раціонального використання та охорони лісів.

Серед головних принципів сучасної лісової політики – стабільний розвиток багатofункціонального лісового господарства. Лісовий сектор повинен бути не лише економічно прибутковим, а й скерованим на багатоцільове використання лісів із врахуванням їх глобального екологічного значення, збереження біорізноманіття, екосистемних функцій, врахування регіональних умов. Ці завдання повинні бути враховані під час як короткострокового, так і довгострокового планування управління лісами.

Спрогнозувати наслідки та дати оцінку різних стратегій управління неможливо без інформаційних технологій, зокрема систем підтримки прийняття

рішень (СППР або англ. Decision Support System, DSS). СППР допомагають впоратись із труднощами, що виникають у процесі ведення лісового господарства, адже вони дають змогу оцінювати стан лісової екосистеми тепер, враховувати функції, які вона потенційно може виконувати, оцінювати ту чи іншу стратегію управління лісами з врахуванням очікувань власника лісів, пропонувати альтернативні шляхи лісокористування [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування математичного апарату та розроблення сучасних інструментів у процесі прийняття управлінського рішення, реалізації та теоретичного обґрунтування СППР було головним питанням у працях зарубіжних вчених, зокрема: Т.А. Спрэдліна, Дж. Поувера, Дж. Лікліндера, П. Кіна, Ч. Стабела, С. Мортонна, Т.П. Геріті, С. Літла та ін. У 1993 р. було опубліковано перший порівняльний аналіз СППР і описано 250 інструментів та способів, котрі можна застосувати під час використання [7].

Виклад основного матеріалу. СППР вперше були застосовані в лісовому плануванні на початку 70-х років завдяки подальшому розвитку управлінських інформаційних систем і є гнучким набором комп'ютерних засобів, що інтегрують знання та інтуїцію спеціаліста з можливостями інформаційної оброблення і моделювання з метою підвищення якості рішення, що приймається [6].

СППР допомагає користувачу на всіх етапах прийняття рішення: виявлення проблеми, планування різних сценаріїв її вирішення, вибір (з оцінкою альтернатив), виконання прийнятого рішення та моніторинг ситуації [2]. Основні частини (підсистеми) СППР формуються відповідно до етапів і представляють собою: 1) інформаційний блок, що містить бази даних та бази знань про об'єкт управління, зовнішні чинники, стратегії і правила ведення господарства; 2) модельний блок, що реалізує різні сценарії ведення господарства; 3) оптимізаційний блок, призначений для вирішення багатокритеріальних оптимізаційних задач; 4) блок візуалізації і дружнього інтерфейсу людини з комп'ютерною системою.

Перші СППР у лісовому господарстві були розроблені для оптимізації динаміки отримання прибутку від продажу деревини з ділянки за заданий проміжок часу без урахування просторової структури деревостою чи оцінки стану екологічних параметрів. Проте такі системи, алгоритми яких засновані на лінійному програмуванні, не здатні вирішити більш складні (реальні) завдання: FORPLAN (США), MONTE (Іспанія), MELA (Фінляндія). Вони передбачають лише певні сценарії ведення лісового господарства, головними факторами в яких є: склад і вік деревостою, правила лісокористування та врахування інтересів власника лісу. У таких випадках рішення приймається за допомогою евристичних алгоритмів, котрі хоч і спроможні видати прийнятне рішення проблеми серед багатьох рішень, але неспроможні гарантувати, що це рішення буде найкращим. Для обрання рішення серед багатьох альтернатив, використовують багатокритеріальні моделі рішень (MCDM – Multiple-criteria decision-making), а саме метод, розроблений Т. Саату (Саати Т., 1993), – метод аналізу ієрархій (АНР). Моделі рішень, що базуються на цьому методі, легко будуються завдяки добре розробленій технології, їх результати легко пояснити, що робить їх ефективним засобом взаємодії з користувачем СППР.

¹ Наук. керівник: проф. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук

Аналогічно до різних підходів вирішення задач оптимізації існують різні підходи до вирішення задачі моделювання лісових екосистем. У широкому огляді моделей, опублікованому Pretzsch H., 2008, було виділено три основні класи моделей, що призначені для використання в лісовому господарстві:

- симулятори росту і продуктивності деревостою;
- а) моделі, що прогнозують середні характеристики деревостою на рівні лісо-таксаційного виділу;
- б) моделі, що розглядають розвиток окремих дерев з урахуванням умов місця розташування та конкуренції між сусідами;
- в) гар-моделі, в яких ріст дерева вираховується за його фізіологічними параметрами й екологічними умовами середовища;
- балансові моделі – базуються на опису біохімічних процесів у лісових екосистемах;
- ландшафтні моделі – являють собою широкий клас просторово-прив'язаних моделей, в яких враховується умови місця розташування, взаємодії між сусідами і зворотні зв'язки з різноманітними просторовими процесами. Відрізняються між собою детальною опису лісових екосистем, а також тим, як у них враховуються взаємодії між просторовими процесами [5].

Сьогодні дедалі більше затребуваними стають моделі, що описують ріст і відновлення окремих дерев на основі фізіологічних процесів, пов'язаних із водним балансом і балансом поживних речовин конкретних місцевостей [8].

Загалом, існуючі моделі покривають велику різноманітність продукційних, екологічних і ландшафтних задач у сфері користування лісами. Ймовірно, більш перспективний шлях сьогодні – це не розроблення "універсальної моделі" для лісового управління, а створення певної "платформи моделей", з яких за мірою потреби вибиратиметься та чи інша модель для рішення конкретної задачі користувача.

Блок візуалізації в СППР у лісовому господарстві зазвичай підтримується з допомогою ГІС (геоінформаційних систем), оскільки дані лісової таксації також підтримуються такими технологіями. Разом із тим, у багатьох системах реалізована трьохмірна система візуалізації лісових виділів та ландшафтів, у деяких системах присутні елементи просторового аналізу.

У таблиці наведено порівняльну характеристику найбільш популярних у світі СППР у лісовому господарстві. Джерелами інформації для таблиці, окрім наукових публікацій, слугували дані про СППР, що представлені в проекті Національної комісії США по науці і сталому лісокористуванню [3].

Загалом нині відбувається різке збільшення складності систем, що розробляються, спричинене як потребами сталого управління багатофункціональним лісовим господарством в умовах глобальних змін, так і сучасними досягненнями в галузі інформаційних технологій (ІТ-технології) [11].

Характерними рисами сучасного етапу розвитку СППР є:

- 1) інтеграції систем управління базами даних (DBMS – Data Base Management System) і систем управління базами знань (MBMS – Model Base Management System). DBMS дають змогу користувачу знайти необхідні дані, тоді як MBMS забезпечують користувачу доступ до потрібних моделей та іншим інструментам, необхідних для аналізу. СППР повинна давати користувачу (а не тільки розробнику) підключати в систему нові дані і моделі за мірою необхідності;

Табл. Характеристика найпоширеніших СППР в управлінні лісами

№	Назва системи, країна походження	Вхідні дані				Підтримка елементів зовнішніх впливів				Реалізовані блоки СППР				Завдання, що вирішується за допомогою СППР. Територія використання
		Дані видового складу лісу	Вік лісу	Наявність спеціальних територій (захисних)	Таксаційні характеристики дерев та характеристики місць розташування (кліматичні параметри)	Економічні параметри	Зміни в землекористуванні	Зміни клімату	Біологічні загрози	Антропогенні впливи (пожежі, вирубки, меліорація)	Інформаційний	Модельний	Оптимізаційний	
1	CLAM S [12], США	+	+	+	+	+						+	+	Підтримка продуктивної здатності лісових екосистем, збереження видового біорізноманіття. Локальний та регіональний рівень використання.
2	EFI-MOD, РФ	+	+	+	+	+			+			+	+	Моделювання динаміки багатовидового різновікового деревостою. Локальний, регіональний та національний рівень використання.
3	FOR-RUS [1], РФ	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	Моделювання динаміки багатовидового різновікового деревостою. Локальний, регіональний та національний рівень використання.
4	FVS, США	+	+			+			+	+			+	Набір моделей для моделювання багатовидового різновікового деревостою. Локальний та регіональний рівень використання.
5	LMS, США	+	+	+	+					+	+		+	Набір моделей для моделювання деревостою. Програми візуалізації і аналізу для управління лісовими екосистемами на ландшафтному рівні. Локальний та регіональний рівень використання.
6	ME-LA, Фінляндія	+	+		+	+			+	+	+	+	+	СППР для лісового планування і оцінки продукційного потенціалу лісів. Локальний, регіональний та національний рівень використання.
7	NED, США	+	+	+	+	+							+	Моделі для оцінки, прогнозування та лісового планування. Локальний рівень використання.
8	RMLA NDS США	+	+	+					+	+			+	Моделювання антропогенного впливу, природних порушень та сукцесійних процесів у лісових ландшафтах. Локальний та регіональний рівень використання.
9	ToSIA, Євро-союз	+	+		+	+			+	+	+	+	+	СППР для оцінки стійкості при економічних, екологічних і соціальних змінах у ландшафті "ліс-деревина". Локальний та регіональний рівень (Європа) використання.
10	Woodstock, Канада	+	+	+	+	+	+		+			+	+	Моделювання і аналіз коротко- та довготермінового управління лісами. Локальний, регіональний та глобальний рівень використання.

- 2) розроблення спеціального класу СППР – просторових СППР (SDSS – Spatial Decision Support System), які, інтегруючи просторові можливості ГІС та СППР, дають змогу моделювати просторові компоненти даних і проводити їх просторовий аналіз. Це особливо актуально через необхідність в рамках організації сталого управління лісами вирішувати проблеми на різних часових і просторових шкалах, працювати з даними з багатьох різних джерел і час від часу втягувати в процес прийняття рішень багато зацікавлених осіб;
- 3) техніки і прийоми прийняття рішень багатокритеріальних задач інтегруються з просторовими СППР із тим, щоб полегшити користувачу процес прийняття рішень і знайти компроміс між багатьма конфліктуючими цілями. Розвиток гібридних систем, що об'єднують функціональність СППР і методи, розвинені в сфері штучного інтелекту такі, як нейронні мережі, системи засновані на знаннях (knowledge based system), і експертні системи – є багатообіцяючим напрямом подальшого розвитку СППР [10];
- 4) групові СППР (GDSS – Group Decision Support System) для лісового управління, будучи досі на початковій стадії розвитку незалежними робочими групами, активно розробляються для підтримки процесу розроблення рішень для управління лісовими ресурсами з врахуванням інтересів багатьох зацікавлених сторін [4].

Висновки. Огляд сучасних СППР у лісовому господарстві показав, що достатньо широке коло задач може бути вирішено з використанням існуючих систем. Разом із тим, сучасні завдання організації екологічно стабільного лісового господарства в умовах глобальних змін потребують розвитку існуючих систем і об'єднання зусиль на базі сучасних комп'ютерних технологій [9].

Проте історично склалось так, що розвиток СППР, опис та становлення їх основних положень відбулися за межами нашої держави. Тому використання таких систем у лісовому господарстві України незначне та потребує або адаптації механізмів ведення лісгосподарських та бізнес-процесів до зарубіжних стандартів управління, або ж розробки нових систем з урахуванням національних особливостей і сучасних потреб.

Література

1. Чумаченко С.И. Прогноз динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях ведения лесного хозяйства: модель динамики лесных насаждений FORRUS-S / С.И. Чумаченко, М.М. Паленова, В.Н. Коротков // Экология, мониторинг и рациональное природопользование : научн. труды. – М. : Изд-во МГУЛ. – 2001. – Вып. 314. – С. 128-146.
2. Ханина Л.Г. Компьютерные системы поддержки принятия решений в лесном хозяйстве: обзор современного состояния / Л.Г. Ханина, В.С. Смирнов, Н.В. Лукина // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Вып. XXVI, № 2. – С. 123-129.
3. Gordon S.N. Decision support systems for forest biodiversity. Evaluation of current systems and future needs. Project A10 / S.N. Gordon, K.N. Johnson, K.M. Reynolds // Final Report. National commission on science and sustainable forestry. – 2007. – 23. – Pp. 12-17.
4. Davis L-S. Forest management – to sustain ecological, economic and social values / L-S. Davis, K.N. Johnson, P.S. Bettinger. 4th edition. – McGraw Hill, 2001. – 804 p.
5. He H.S. Forest landscape models: definitions, characterization, and classification / H.S. He // Forest ecology and management. – 2008. – № 3. – Pp. 484-498.
6. Varma V.K. Decision support system for the sustainable forest management / V.K. Varma, I. Ferguson, I. Wild // Forest ecology and management. – 2000. – № 4. – Pp. 49-55.
7. Schuster, E.G. 1993. A Guide to Computer-Based. Analytical Tools for Implementing National Forest Plans. General Technical Report INT-296 / E.G. Schuster, L.A. Leefers, J.E. Thompson // USDA Forest Service, Intermountain Research Station.

8. Hasenauer H. (ed.) Sustainable forest management: growth models for Europe / H. Hasenauer. – Springer, 2005. – 389 p.
9. Reynolds K.M. Decision support for integrated landscape evaluation and restoration planning / K.M. Reynolds, P.F. Hessburg // Forest ecology and management. – 2003. – № 207. – Pp. 263-278.
10. Burstein F. Handbook on Decision Support Systems 1, 2. (International Handbooks on Information Systems) / F. Burstein, C.W. Holsapple (eds.). – Springer-Verlag. – 2008. – 854 p.
11. Reynolds K.M. ICT in forest management and conservation / K.M. Reynolds, J.G. Borges, H. Vacik, L. Hetemaki, S. Nilsson (eds.) // Information technology and the forest sector. IUFRO World Series. – 2005. – № 18. – 150-171 p.
12. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.fsl.orst.edu/clams/overview.html>

Лотыш И.Л. Системы поддержки принятия решений в лесном хозяйстве

Проведен анализ и приведены характеристики современных СППР в лесном хозяйстве, приведено описание основных блоков СППР. Рассмотрены особенности современного этапа развития СППР, выражающиеся в интеграции систем управления базами данных и систем управления базами знаний, в разработке специального класса СППР – пространственных СППР, в развитии техники решения многокритериальных задач. Показано, что в условиях глобальных изменений проблемы управления многофункциональным лесным хозяйством могут успешно решаться только с использованием СППР, позволяющих учитывать взаимовлияние многих факторов и интересов.

Ключевые слова: лесное хозяйство, прогнозирование, информационные системы, моделирование.

Lotysh I.L. Decision-Making Support Systems for Forest Management

The analysis and some characteristics of modern DSS in forestry are made. The basic DSS blocks are described. The features of the present stage of DSS development resulting in the integration of database management systems and database management systems knowledge to develop a special class of DSS – a spatial decision support system, the development of technology for multicriteria problems solutions are identified. It is shown that in a global change management problems of multifunctional forest management can be successfully solved using only DSS, allowing to take into account many factors and mutual interests.

Keywords: forestry, forecasting, information systems, modeling.