

wości zagospodarowania osadu ściekowego i popiołów jako nawozów przydatnych w uprawie topinamburu z przeznaczeniem na energetykę. Należy nadmienić, że popioły wykorzystywane do nawożenia powstają w wyniku spalania biomasy drzewnej-modrzewia, sosny i jodły.

W doświadczeniu wykorzystywana będzie również mniej znana i uprawiana w Polsce niemiecka odmiana *Gigant*, specjalnie na ten cel sprowadzana z Holandii. Ta odmiana charakteryzuje się wysokością łodygi do 2 m i okazałymi bulwami o białym zabarwieniu skórki. To bulwy są przede wszystkim atrakcyjną częścią rośliny, dlatego też uprawa prowadzona jest w głównej mierze na produkcję etanolu lub biogazu. W porównaniu do innych odmian zbiorów części nadziemnej jest mniej imponujący, wynoszący około 12 ton/ha [13].

Próba przeprowadzenia doświadczenia polowego w warunkach Podkarpacia jest między innymi okazją do przeanalizowania możliwości adaptacyjnych odmiany *Gigant* w naszych warunkach geograficzno-klimatycznych. Jeżeli w szeregu doświadczeń sprawdzi się pod względem ilości wytwarzanej biomasy, wydajności i prędkości przemian energetycznych oraz kosztów całego procesu, to spełni warunki opłacalności uprawy w naszym środowisku.

Literatura

1. Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. [Electronic resource]. – Mode of access http://bip.mg.gov.pl/files/upload/12111/Krajowy_plan_dzialania_projektz_dnia_26.11.2010_r.pdf (14.02.2013).
2. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Energia odnawialna: ważny uczestnik europejskiego rynku energii. [Electronic resource]. – Mode of access <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0271:FIN:PL:PDF> (14.02.2013).
3. Piskier T. Ze stołu do pieca / T. Piskier, T.R. Sekutowski // *Aeroenergetyka* nr 1/2013. – S. 38.
4. [Electronic resource]. – Mode of access <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=212> (14.02.2013).
5. [Electronic resource]. – Mode of access <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=57> (14.02.2013).
6. Niedziółka I. Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego / I. Niedziółka, A. Zuchniarz // *Motrol*, 2006, 8A, 232- 237 [w:] [Electronic resource]. – Mode of access http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/Motrol8_a/Niedziolka.pdf (dostęp 2013-02-15).
7. Piskier T. Ze stołu do pieca... / T. Piskier, T.R. Sekutowski. – S. 38.
8. Ostrowska D. Topinambur rośliną z przyszłością / D. Ostrowska // *Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego* 4/2004.
9. Gapiński M. Bulwa [w:] M. Gapiński (red.), *Warzywa mało znane i zapomniane*, Poznań 1993. – S. 164-165.
10. Kay D.E. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) [w]: *Root crops*, Tropical Development and Research Institute / D.E. Kay, E. G.B. Gooding. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.nzdl.org/gsdldmod?e=d-00000-00---off-0hdi-00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1-1-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-11-1-0utfZz-8-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=hd&cl=CL1.15&d=HASH017e5342c4df6794537cc5ed.20> (dostęp 14.02.2013).
11. Christman S. *Helianthus tuberosus* / S. Christman // *Floridata.com* LC (dostęp 14.02.2013).
12. Gizińska M. Problemy budowy i rozruchu gruntowo-roślinnych oczyszczalni ścieków bez nasadzenia roślinności na przykładzie obiektu w Skorzycach / M. Gizińska, K. Jóźwiakowski, M. Marzec, A. Pytko // *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich* Nr 3/1/2012.
13. Vergisting op boerderijschaal, techniek, grondstoffen en eindprodukten D/2007/0248/27.

Запаловська А., Башуцька У. Можливість сільськогосподарського вирощування топінамбуру із призначенням його на енергетичні потреби

Країни-учасниці Європейського Союзу встановили національні плани дій, які окреслюють частку енергії із відновлювальних джерел у транспорті, продукуванні елек-

тричної енергії й тепла, до 2020 року. Більша кількість відновлювальної енергії дасть змогу країнам ЄС обмежити викид газів та зробити їх менше залежними від імпорту енергії. Підтримка промисловості відновлювальної енергії забезпечуватиметься технологічними інноваціями і рівнем зайнятості в Європі. Топінамбур (*Helianthus tuberosus*) є однією із багатьох культур, що вирощуються для продукції енергії й тепла. Ця культура є цікавою як потенційне джерело теплової та електричної енергії.

Ключові слова: біомаса, топінамбур, енергетичні рослини.

Запаловська А., Басзутська У. The possibility of using the agricultural land for Jerusalem artichoke cultivation intended for energy purposes

The Member States of European Union were to establish national action plans which set the share of energy from renewable sources consumed in transport, as well as in the production of electricity and heating, for 2020. More renewable energy will enable the EU to cut greenhouse emissions and make it less dependent on imported energy. Boosting the renewable industry will encourage technological innovation and employment in Europe. Among many others, Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) is one of the many crops for the energy and heat production. Worth attention for the energy purpose.

Keywords: biomass, Jerusalem artichoke, energy crops.

УДК 630*31:338.2.001.573(075.8)

Доц. О.М. Адамовський, канд. екон. наук –
НЛТУ України, м. Львів

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МЕНЕДЖМЕНТУ ЕКОСИСТЕМ

Простежено еволюцію системного підходу щодо моделювання лісових екосистем. Розглянуто способи побудови та зміну парадигми екосистем, перспективи розвитку системного аналізу екосистем, сценарії світового розвитку в контексті змін суспільного світогляду. Обґрунтовано необхідність побудови лісових екосистем таким чином, щоб виходили одних підсистем були входами інших. Проаналізовано перспективи та напрями розвитку сучасного моделювання екосистем.

Ключові слова: екосистема, пружність екосистеми, біорозмаїття, антропогенний вплив, лісові ресурси, системний підхід.

Використання системного підходу для передбачення поведінки та керування складними об'єктами, використовують у різних галузях. У 1935 р. видатний англійський еколог сер Артур Тенслі у своїй праці "Правильне і неправильне використання ботанічних термінів" [1] вперше ввів термін "екосистема", цим самим наголосивши на тому, що сукупність організмів, що зосереджені у певному біотопі, є саме системою, з її складовими елементами й особливостями, з єдиною історією і здатністю до узгодженого розвитку. Реймонд Ліндман з Університету Міннесоти у 1942 р. надав сучасне визначення терміна "екосистема", як сукупність живих організмів, які пристосувалися до спільного проживання в певному середовищі існування, утворюючи з ним єдине ціле.

Системний підхід виявився надзвичайно корисним для вивчення взаємодії великої кількості живих організмів у межах певних груп. Такі групи називають станціями, модулями або підсистемами і кластер таких підсистем розглядають як систему.

Екосистеми, як і будь-які системи, можна групувати та досліджувати за різними ознаками й критеріями. Наприклад, якщо нас цікавить як мікроби, комахи, дрібні ссавці, температура та вода взаємодіють з поваленими деревостанами, то такі деревостани разом з оточуючим їх середовищем можна визначити

як екосистему, а всі перелічені компоненти як підсистеми. Якщо нас цікавить те, як різні ліси, люди, океани та атмосфера впливають одне на одного, то планету Земля можна розглядати як екосистему, а різні країни, океани й т. ін. – як підсистеми. Кожен рівень – дерево, деревостан, ландшафт тощо можна розглядати як підсистему більшої системи.

Будь-яка дія, яка відбувається у підсистемі, може перетворити її входи на виходи. Наприклад, деревостан можна розглядати як підсистему і його зміна протягом скінченного проміжку часу може бути описана функцією його росту, природними чи людськими збуреннями.

Вуглекислий газ та сонячне випромінювання на вході підсистеми спричиняють на виході збільшення обсягу кисню (якщо приріст перевищує порушення), об'єму деревини, зміну породної структури та інших факторів. Такі дії чи зміни називають діяльністю, процесами або функціями.

Входи та виходи кожної підсистеми можна розглядати як події, шаблони або структури. Наприклад, на вході у підсистему ландшафту можуть бути відкриті структури декількох різних деревостанів та великий об'єм заготовленої деревини. Виходами ж такої підсистеми можуть бути відсутність біорозмаїття через недостатню кількість закритих і складних лісових структур, велику кількість відкритих структур та надто великі обсяги лісозаготівлі. Звичайно, оскільки і декомпозицію підсистем, доцільно деколи робити і композицію чи групування підсистем. Наприклад, коли кожен деревостан розглядається як підсистема, деколи доцільніше описувати належність цих деревостанів до певних структур чи порід і такі укрупнені та згруповані структури вже розглядати як виходи підсистеми. Так само, якщо розглядати ландшафт як підсистему, у певних випадках краще описувати належність елементів ландшафту до різних ґільдій або груп видів, які водночас можуть стати виходами такої підсистеми.

Досить часто у підсистемах різних рівнів лісу чи лісової політики присутні скоординовані географічні райони з різними ґільдіями та видами. У таких випадках доцільно перегрупувати життєздатність ґільдій природних для кожного району в нову підсистему "біорозмаїття".

Побудова системи відбувається таким чином, що виходи однієї підсистеми є входами іншої. Наприклад, виходи кожної компоненти підсистем "вікова структура", "породна структура", "об'єми лісозаготівель", "ризик виникнення лісових пожеж", "середовище існування" тощо, можуть бути входами у підсистеми "розподіл існування видів", "показники біорозмаїття", "потоків деревини", "загальний ризик виникнення пожежі" тощо. Так само, входи підсистеми "національна політика" є сировинними (наприклад деревина) та несировинними (наприклад біорозмаїття) оцінками кожного регіону і можуть бути входами для інших сегментів суспільства – сільське господарство, видобувна промисловість, торгівля, оборонна промисловість і т. ін.

Під час використання системного підходу необхідно передусім визначитись з тим, які об'єкти та входи/виходи потрібно згрупувати у підсистеми, щоб виходи одних підсистем були входами інших. Внутрішні структури таких підсистем та їх входи/виходи можуть змінюватись залежно від рівня знань проєктувальника та використовуваної наукової школи. Подальше дослідження та

вдосконалення спроектованої системи можливе з допомогою таких інструментів, як використання додаткових знань, зокрема із суміжних областей, адаптивний менеджмент та додаткові дослідження. Значне вдосконалення організації та управління лісовими ресурсами та політикою відбулися завдяки глибокому розумінню створюваних систем, а відтак відповідало "зміні парадигми" [2].

Перша парадигма полягала у тому, що ліси не є "замкненими системами" до початку антропогенного втручання [3]. Вважалося, що "закритий ліс" існує у стійкому стані, в якому всі входи підсистем є виходами інших підсистем системи. Відповідно, передбачалося, що ніякого чистого входу чи виходу загалом не існує. Будь-яке антропогенне втручання у ліс приймалося за зовнішній вхід, який є настільки незвичним для системи, що в корені змінює всі побудовані взаємозв'язки у лісі. Однак, наукові праці останніх десятиліть довели некоректність такого припущення. Надзвичайно важливим питанням є забезпечення сталості (*sustainability*) екосистеми, тобто здатності екосистеми зберігати свою структуру і функціональні особливості під час дії зовнішніх факторів.

Ліси не є "замкненими системами", оскільки на вході вони завжди зазнають впливу таких факторів, як зміни клімату, міграція видів та природні збурення, які спричиняють зміни входів системи, порівнювані (якщо не значніші) з антропогенним втручанням. Тому потрібно враховувати вразливість (*vulnerability*) екосистеми, як можливого розміру збитків чи шкоди системи від зміни клімату, що залежить від здатності системи адаптуватись до нових кліматичних умов.

Друга парадигма (обмеженого зростання і холистичного розвитку) базується на розумінні того, що зростаюча кількість населення світу та скінченність природних ресурсів скоро призведе до масового голоду та зменшення кількості цих ресурсів, як це було прогнозовано раніше [4]. Всупереч поширеній думці, теорія меж зростання не передбачала краху суспільства до кінця XX ст., а надала поштовх до подальших досліджень, які, водночас, спрогнозували три головні сценарії розвитку людства у XXI ст.

Перший сценарій стандартного перебігу подій (*standard run*), – коли виробництво зростає, як і зростало, просто ігноруючи негативні ефекти, які воно спричиняє. Другий сценарій – комплексної технології (*comprehensive technology*) – відповідає світовим системам із новими та маловідходними технологіями, які б поступово застосовувалися у всьому світі. Третій сценарій – стійкого стану (*steady state*) – передбачає світові системи із застосуванням нових механізмів ціноутворення, які б враховували екологічні витрати і цим самим зрівнювали темпи економічного зростання. Аналіз тенденцій розвитку людства за останні десятиліття дає змогу стверджувати, що сьогодні реалізується перший сценарій. Потрібно визнати, що у світі немає спільної політичної волі та дієвих економічних важелів, які б змінили напрям розвитку. Прогнозуючи існуючі тенденції розвитку людства приходимо до глобального колапсу у середині XXI ст. (рис.) [4].

Сьогодні людство увійшло у такий період свого розвитку, коли стало реальною передбачення В.І. Вернадського про те, що господарська діяльність людини здатна поставити планету на грань глобальної екологічної катастрофи [5]. Економічний і соціальний розвиток суспільства набув суперечності з обмеженими можливостями природи [6].

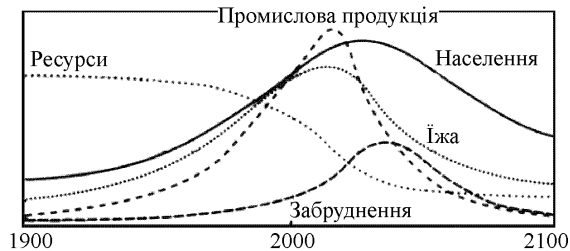


Рис. Прогноз глобального колапсу, за умови розвитку людства за сценарієм "стандартного перебігу подій"

Тому під час моделювання екосистем потрібно враховувати, що:

- розвиток повинен бути систематичним, багатоаспектним і взаємозалежним, щоб жоден елемент системи не міг зростати за рахунок інших;
- несуперечливість світу повинна бути гарантована координацією цілей;
- головний аспект має зосереджуватися на якості розвитку, забезпеченні зростання добробуту людської особистості [7].

Однак постійне вдосконалення технологій та економік створює "ресурси" з матеріалів та речей, які раніше вважались непотрібними з одного боку та сповільнює темп зростання населення планети – з іншого. Тому, на практиці, кількість населення може стабілізуватись, а ресурси можуть виявитись не настільки обмеженими протягом наступних декількох десятиліть.

Розуміння та сприйняття науковцями, політиками та суспільством таких змін у способі мислення та організації систем зазвичай потребує багатьох років. Під час зміни парадигми часто виникає плутанина, тому що різні люди розглядають систему з різними припущеннями (ментальними моделями) та парадигмами.

Деякі науковці та практики розглядають екосистеми, включаючи антропогенний вплив та діяльність або повертаються до "природних" екосистем, як таких, які не мають людського впливу. Всі ліси зазнають впливу антропогенних входів та виходів. Входи містять зростання рівня вуглекислого газу, як результату спалювання викопного палива. На виході отримуємо деревну та недеревну продукцію лісу. Інші ліси, які виключені з головного користування, також надають такі виходи, як "існування" (цінування того, що деякі ліси ще існують без очевидного людського втручання) для людей, які можливо навіть ніколи і не відвідують їх. Менеджмент, у якому виключена людська діяльність, буде вимірювати людські входи нулем, але моделювання екосистем повинне забезпечувати ефективне розуміння та управління, включаючи антропогенний вплив.

Останнім часом дедалі більшого поширення набуває поняття *пружності екосистем* (ecosystem resilience), під яким розуміють здатність екосистем реагувати на збурення чи хвилювання, протистояти пошкодженням та швидко відновлюватись. Такі збурення та хвилювання можуть бути випадковими явищами, такими як: пожежі, повені, урагани, зростання популяцій шкідників та антропогенним втручанням (зніснення та створення екзотичних плантацій і видів тварин). Значні та тривалі збурення можуть спричинити незворотній вплив на екосистему. Внаслідок таких збурень, екосистема досягне порогу, за яким у ній почнуть переважати інші режими процесів та структур.

Антропогенна діяльність, така як: зменшення біорозмаїття, експлуатація природних ресурсів, забруднення довкілля, землекористування та зміна клімату негативно впливає на пружність та зміни режимів екосистем. Здебільшого такий вплив спричиняє послаблення та деградацію екосистеми.

Міждисциплінарний дискурс щодо пружності сьогодні включає визнання взаємодії людської діяльності та екосистем з допомогою соціо-екологічних систем та необхідності зміни парадигми з досягнення максимального сталого врожаю на такий менеджмент довкілля, який би забезпечував побудову екологічної пружності з допомогою аналізу пружності, адаптивного менеджменту ресурсів та адаптивного управління.

Визначальним принципом сучасних досліджень екосистем повинне бути глобальне бачення досліджуваних проблем зі врахуванням зростаючих взаємозв'язків і взаємозалежностей.

Література

1. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms / A.G. Tansley // Ecology. – 1935. – Vol. 16, № 3. – Pp. 284-307.
2. Kuhn, Thomas S. The Structure of Scientific Revolutions. Enlarged (2nd ed.) / Kuhn, Thomas S. // University of Chicago Press. – 1970. – 210 pp.
3. Oliver C.D. Forest Stand Dynamics. Update Edition / Oliver, C.D., and B.C. Larson // John Wiley and Sons, New York. – 1996. – 521 pp.
4. Meadows D. The Limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind / D. Meadows and J. Randers // Universe books, New York, 1972. – 205 pp.
5. Марчук Г.И. Приоритеты глобальной экологии / Г.И. Марчук, К.Я. Кондратьев. – М. : Изд-во "Наука", 1992. – 264 с.
6. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К. : Вид-ча група BHV, 2007. – 544 с.
7. Гвишиани Д.М. Аурелио Печчеи и становление глобальной проблематики / Д.М. Гвишиани // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник, 1992-1994. – М. : Изд-во "Эдиториал УРСС", 1996. – С. 7-28.

Адамовский А.Н. Системный подход к менеджменту экосистем

Прослежена эволюция системного подхода к моделированию лесных экосистем. Рассмотрены способы построения и изменения парадигмы экосистем, перспективы развития системного анализа экосистем, сценарии мирового развития в контексте изменения общественного мировоззрения. Обоснована необходимость такого построения лесных экосистем, чтобы выходы одних подсистем были входами других. Проанализированы перспективы и направления развития современного моделирования экосистем.

Ключевые слова: экосистема, упругость экосистемы, биоразнообразие, антропогенное влияние, лесные ресурсы, системный подход.

Adamovsky A.M. System approach to ecosystem management

The paper followed a system approach evolution of forest ecosystem modeling. The ecosystems methods of construction and the ecosystem paradigm shift, ecosystems systems analysis development prospects, global development scenarios in the context of social outlook changing are considered. The necessity of forest ecosystems building where all sub-outputs would be sub-inputs is grounded. Modern ecosystem modeling development prospects and trends are analyzed.

Keywords: ecosystem, ecosystem resilience, biodiversity, anthropogenic impact, forest resources, system approach.