

© The Author (s) 2013;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Radom University in Radom, Poland

Open Access

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Conflict of interest: None declared. Received: 15.07.2013. Revised: 12.11.2013. Accepted: 21.11.2013.

ZASADY OCENY POTENCJAŁU TURYSTYCZNEGO KRAJOBRAZÓW ZMELIOROWANYCH NA PODSTAWIE OBLICZENIA BIOMASY ROŚLIN I ZAOPATRZENIA TERENU W WODĘ

Viktor Moshynsky, Igor Grygus, Natalya Mykhaylova

**NARODOWY UNIWERSYTET GOSPODARKI WODNEJ I WYKORZYSTANIA
ZASOBÓW NATURALNYCH**

Słowa kluczowe: układy meliorowane, model matematyczny, ocena, stan, potencjał turystyczny, rowy melioracyjne.

Key words: drained landscape systems, mathematical model, assessment, status, touristic potential, drainage ditches.

Streszczenie. Melioracje wodne w systemach przestrzennych należą do podstawowych środków sterowania stanem układów przyrodniczych w celach zrównoważonego rozwoju rolniczego i terenowego. Kształtowanie zmeliorowanych układów przestrzennych mające na celu wśród innego ich waloryzację na cele turystyki wiejskiej i wodnej na zasadzie gwarantowania stabilności składników środowiska naturalnego i całych krajobrazów rolniczych jest jednym z podstawowych zadań współczesnych nauk rolniczych, geograficznych i ekologicznych.

Pojęcie potencjału turystycznego takich specyficznych układów, którymi są rolnicze krajobrazy terenów osuszanych jest dotychczas w naukach przyrodniczych prawie niezbadane. Przy tym krajobrazy te stanowią olbrzymią część powierzchni strefy umiarkowanej.

Prezentowane w niniejszym artykule badania dotyczą wypracowania metody kompleksowej oceny potencjału turystycznego krajobrazów zmeliorowanych, pozwalających na podstawie stosowania modeli matematycznych wprowadzać zabiegi gospodarcze kształtowania przestrzeni na potrzeby turystyki wiejskiej, sterowania ją stanem, stabilnością oraz wydajnością biologiczną poprzez pobieranie i analizę skupionych i rozłożonych danych terenowych i satelitarnych.

Przyjmując założenie, że większość stosowanych podejść i modeli (modele statystyczne, pojedynczych procesów, komponentów i in.) nie nadaje się do oceny szczegółowej skomplikowanych i całościowych potencjałów rekreacyjnych i turystycznych na poziomie krajobrazowym, dokonano próby wypracowania własnego modelu i metody kompleksowej oceny. W efekcie stosowania metod matematycznych (teorii miary, metod ekspertowych, statystycznych, heurystycznych itp.) zostały wypracowane poniżej wymienione podstawowe modele algebraiczne wydajności i zaopatrzenia w wodę zmeliorowanych układów przestrzennych.

Weryfikacja i wykorzystanie modelu w obrębie gleb osuszanych, systemów melioracyjnych i zlewni rzecznych Ukrainy wskazuje na przydatność stosowania metody w warunkach Ukrainy, oraz na możliwość jej adaptacji do warunków innych krajów posiadające tereny osuszane.

PRINCIPLES OF ASSESSING THE POTENTIAL OF TOURISM LANDSCAPE DRAINED CALCULATIONS BASED ON BIOMASS PLANT AND GROUND WATER SUPPLY

Viktor Moshynsky, Igor Grygus, Natalya Mykhaylova

NATIONAL UNIVERSITY OF WATER MANAGEMENT AND NATURE RESOURCES USE

Abstract. Formation of reclaimed space systems for their valorization for the purposes of agriculture and water tourism on the basis of the environment components stability ensuring is one of the fundamental problems of modern agricultural science, geography and environmental disciplines. The concept of the tourist potential of drained agricultural landscapes so far in the life sciences actually is poorly understood. Presented in this article techniques are the result related to the development of integrated assessment of reclaimed landscapes tourism potential. This technique allows through the application of mathematical models to develop measures for the effective management of landscapes to improve the recreation and tourism potential, to control the status of landscapes, stability and biological productivity.

WSTĘP

Osuszane tereny Ukrainy oraz innych krajów Europy i Ameryki północnej, będąc częścią istotną (przy tym wysoce technologicznie rozwiniętą) w strukturze terenów rolniczych, są niezwykle ważne dla rolnictwa i gospodarki wodnej całej strefy umiarkowanej. Stosowanie systemów drenarskich w układach przyrodniczych na dużych obszarach prowadzi do oczekiwanych pozytywnych wyników gospodarczych, społecznych i ekologicznych. Jednak, mimo wszystko, zdarzają się również nieoczekiwane zjawiska negatywne. Z tego wynika, że docelowa gospodarka rolna, wodna, społeczna, ekologiczne i przestrzenna jest możliwa wyłącznie na podstawie dokładnej kontroli (w tym monitoringu), oceny potencjałów i walorów przyrodniczych, prognozowania stanu układów przyrodniczych, aż do stosowania metod optymalnego zarządzania stanem małych

jednostek terenowych a całych krajobrazów uprawianych. To, z kolei, jest możliwe tylko na podstawie wypracowania i stosowania specjalistycznych systemów informacyjno-doradczych [CLELAND, 1977; JONES, 2001; MOSHYNSKY, 2001; FRANCE, THORNLEY, 1987].

Większość stosowanych modeli [AJDAROV, 1990; BAKER *i in.*, 1980; CANCELA de FONSEKA, 1990; GALYAMIN, 1976; GREENWOOD *i in.*, 1974; JONES *i in.*, 2001; MONSI, SAEKI, 1953; POLEVOJ, 1979; POŁUEKTOV, 1988; SHAWCROFT *i in.*, 1974; THORNLEY, 1976; TOCCOLINI, 1991] jako modele statystyczne, pojedynczych procesów, komponentów i in. nie daje dokładnych wyników w przypadku dokładnej oceny właściwości terenów osuszanych jako systemów skomplikowanych i całościowych. Pod tym względem w efekcie stosowania niektórych metod matematycznych (teorii miary, metod ekspertowych, statystycznych, heurystycznych i innych) zostały wypracowane podstawowe algebraiczne modele symulacyjne w stosunku do zmeliorowanych układów przestrzennych i przede wszystkim model wydajności i stanu terenów osuszanych.

Celem generalnym niniejszych badań jest wypracowanie podejść naukowych do oceny, prognozowania i optymalnego sterowania potencjałami, wydajnością i stabilnością ekologiczną terenów osuszanych i zmeliorowanych układów przestrzennych na podstawie stosowania skupionych i rozłożonych danych monitoringu w celach rozwoju turystyki wiejskiej, ekorozwoju i prawidłowego kształtowania przestrzeni.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Dla opracowania wyżej wymienionych metod i modeli użyte zostały metody teorii systemów, podstawowe metody analizy systemowej i modelowania matematycznego. Modelowanie symulacyjne zrealizowano za pośrednictwem systemów równań algebraicznych zbudowanych na zasadzie dynamicznej teorii miary, podstawowych reguł ekologicznych. Dla ustalenia zestawu zmiennych oraz

identyfikacji parametrów modelu wydajności i stanu terenów osuszanych użyte zostały metody statystyki matematycznej, metody iteracyjne, teorii pomiarów, teorii badań nad operacjami, teorii grafów i innych teorii matematycznych. Przy wykonaniu weryfikacji i stosowaniu metod i modeli matematycznych korzystano z metod modelowania matematycznego i eksperymentu komputerowego. Opracowanie materiałów badań polowych dokonano przy pomocy standardowych metod matematyczno-statystycznych z użyciem analizy korelacyjnej, analizy regresyjnej liniowej i krzywoliniowej [CLELAND, KINGSBURY, 1977; MOSZYŃSKI, 2001; POLEVOJ, PASOV, 1979; FRANCE, THORNLEY, 1987]

Podstawowymi źródłami informacji przy prowadzeniu badań były własne materiały badań polowych, dane monitoringu ze zbiorów *systemu monitorowania systemów gospodarki wodnej Ukrainy*, opublikowane materiały naukowe i statystyczne prace zbiorowe.

WYNIKI I DYSKUSJA

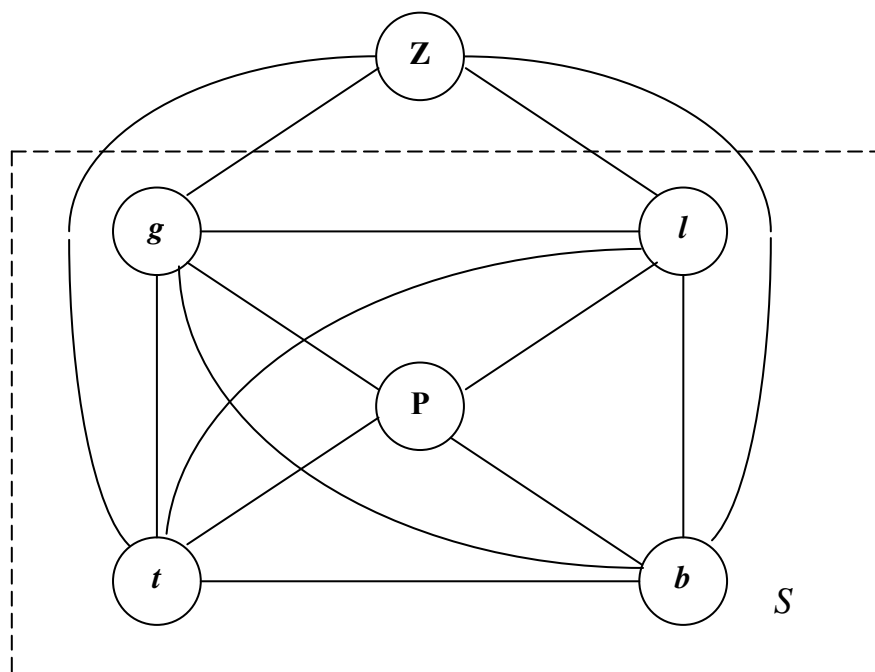
Formalizacja matematyczna i analiza kompleksowa układów przestrzennych w tym osuszanych wskazuje na to, że w warunkach istniejących zadaniu właściwej oceny ich stanu i potencjałów naturalnych i sztucznych najbardziej odpowiada wykorzystanie ogólnego wskaźnika ilościowego produkcji roślin (czyli – *wydajności biologicznej*) jako kryterium stanu systemu. Z tego powszechnie znanego założenia [MONSI, SAEKI, 1953; RICHLING, 1998; TOCCOLINI, 1991; FRANCE, THORNLEY, 1987; WATHERN, 1992 i in.] wynika, że kształtowanie przestrzeni i gospodarka (w tym turystyka) w warunkach naturalnych opiera się na takich działaniach sterujących, które obowiązują prowadzić do uzyskania optymalnych decyzji, zmierzających do osiągnięcia maksymalnych efektów gospodarczych i środowiskowych. Wypracowanie zaś prawidłowych ocen i optymalnych decyzji w stosunku do tak skomplikowanych systemów, którymi są systemy badane, może być dokonane przy pomocy doświadczeń empirycznych osoby (osób) decydującej, czyli (i to jest rzeczą

pożądaną) na zasadzie stosowania modeli informacyjno-doradczych. Proponowane dla wykonania wymienionych zadań podejście formalno-matematyczne może być określone następująco [MOSHYNSKY, 1998; OZGA-ZIELIŃSKA, 1997; POLEVOJ, 1988]:

1. Kształtowanie uniwersalnego modelu konceptualnego systemu badanego w stosunku do potencjałów turystycznego (rzeźba terenu, rowy melioracyjne, zlewnia rzeczna albo jej część, układ pastwiskowy, rośliny drzewiaste, krajobraz rolniczy etc.) [MOSHYNSKY, 2001]. Przy wykorzystanym podejściu w stosunku do układów meliorowanych model ten może być określony następująco (rys. 1). Elementy (cechy) systemu S to: Elementy (cechy) systemu S to: g – warunki wodno-glebowe, l – nasłonecznienie systemu, t – ilość ciepła w glebie i w powietrzu, b – potencjał biologiczny uzależniony od morfologii i puli genetycznej roślin, konkurencji i innych czynników ekologicznych. Jeżeli każdy element g , l , t , b (np. w postaci wskaźników monitoringu) wyrazić w postaci wektora zmiennych stanu \mathbf{x} , to poszukiwany model dynamiczny można przedstawić następująco:

$$\mathbf{S}(\tau) = \mathbf{S}(\mathbf{x}, \mathbf{Z}, \Sigma, \mathbf{F}). \quad (1)$$

gdzie \mathbf{x} – wektor zmiennych stanu, τ – zmienna czasowa, \mathbf{Z} – wektor alternatyw sterujących, \mathbf{F} – wektor funkcji produkcji biologicznej systemu, Σ – struktura systemu.



Rys. 1. Model konceptualny oceny potencjału układu meliorowanego

- g, l, t, b** – cechy (komponenty);
- P** – pokrywa roślinna;
- Z** – system zewnętrzny oceniający i sterujący (społeczny);
- — związki informacyjne i działania sterujące (struktura Σ)

2. Wytypowanie podstawowych operatorów modelu matematycznego $y(\tau) = y(g, l, t, b, \tau)$ do obliczenia produkcji biologicznej roślin a więc do oceny stanu układu i sprecyzowania optymalnych postępowań sterujących w każdym momencie. Na podstawie tej wiedzy, którą posiadamy, jeżeli chodzi o układy modelowane, został wyspecyfikowany hierarchiczny model matematyczny, który jest uformowany następująco.

Wartość produkcji końcowej, jak również i częściowe wartości na różnych poziomach iteracyjnych, oblicza się z równania w postaci funkcji miary Lebesgue [FEDERER, 1987]. Poszukiwana, więc ilość produkcji biologicznej y_e w faktycznych warunkach ekologicznych oblicza się według wzoru [MOSZYŃSKI, 2005]

$$y_e = K(\zeta_\alpha y_\alpha + \zeta_s y_s), \quad (2)$$

gdzie y_e - wydajność uzyskana z modelu, ζ_a i ζ_s - współczynniki wagowe kształtujące synergetyczną miarę uczestnictwa czynników wydajności w kształtowaniu końcowej produkcji, przy tym $\zeta_a + \zeta_s = 1$; K - współczynnik empiryczny wydajności względnej.

Składnik wagowy wydajności obliczamy, jako

$$y_a = \frac{\sum_{f=1}^4 \alpha_f y_f}{\sum_{f=1}^4 \alpha_f}, \quad (3)$$

gdzie $y_f \ni \{y_l, y_g, y_t, y_b\}$ - wydajność, obliczona na podstawie czynników: g - warunki glebowe i żyzność gleby, l - nasłonecznienie systemu, t - ilość ciepła w glebie i w powietrzu, b - potencjał biologiczny; $\alpha_f \ni \{\alpha_l, \alpha_g, \alpha_t, \alpha_b\}$ - współczynniki wagowe czynników.

Ważnym problemem wszystkich modeli ekologicznych, który udało się rozwiązać, jest symulacja współdziałania (synergii) czynników [DENT, 1971; GALAMIN, 1976; GREENWOOD, 1974; AJDAROV, 1990]. W specyfikowanym modelu opisujemy te prawidłowości stosując krzywoliniową zależność empiryczną

$$y_s = \prod_{s=1}^m n_s k_s \frac{y_b 0.08 \exp \left[-1.66(q-0.24)^2 \right]}{0.01 + 0.92 \exp \left[-4.992(q-0.24) \right]}, \quad y_s = \overline{0, y_b} \quad (4)$$

gdzie y_b - potencjalna wydajność biologiczna, n_s - liczba zaburzeń stresowych w okresie wegetacji s -tego rodzaju (zalewy, choroby roślin, oddziaływanie chwastów i in.); k_s - współczynniki stopnia działania odpowiedniego stresu; m - liczba wszystkich możliwych uszkodzeń stresowych; q - wskaźnik współdziałania czynników wydajności do obliczenia, którego stosuje się specjalistyczny model matematyczny [MOSZYŃSKI, 2005].

Jak wynika z koncepcji układu zmeliorowanego (rys. 1), jedną z podstawowych cech jego wydajności są *warunki wodno-glebowe* (g), powodujące powstanie wydajności

$$y_g = \frac{\sum_{p=1}^9 \gamma_p y_p}{\sum_{p=1}^9 \gamma_p}, \quad y_p = \frac{\sum_{i=1}^n v_i y_{ij}}{\sum_{i=1}^n v_i} \quad (5)$$

gdzie y_g - wydajność we wzorze (3); y_p - produkcja obliczona przez p -ty wskaźnik z 9 uwzględnianych w modelu podstawowych wskaźników wodno-glebowych; γ_p - współczynniki wagowe wskaźników wodno-glebowych; v_i - współczynnik wagowy i -tego kroku modelu; y_{ij} - wartość produkcji według j -tego wskaźnika na i -tym kroku obliczeniowym modelu obliczana z uwzględnieniem poprzednich stanów układu wg wzoru

$$y_{ij} = \prod_{s=1}^m n_s k_s \frac{y_b y_{0ij} \exp[-k_{ij}(x_{ij} - \lambda'_{ij})^2]}{1 + (100 - y_{0ij}) \exp[-\mu_{ij}(x_{ij} - \lambda'_{ij})]}, \quad (6)$$

gdzie μ, k, λ, y_0 - parametry uwzględniające kształt *krzywej tolerancji* zmiennej na każdym kroku w okresie wegetacji.

Tak samo według wzoru (5) może być obliczona wydajność wskutek występowania czynników energetycznych układu ocenianego (nasłonecznienia l i ciepła t).

Wartości zmiennych (wskaźników monitoringu i innych pomiarów), które są używane w modelu zawiera komputerowa baza danych pomiarowych. W przypadku braku z pewnego powodu danych w bazie, lub przy wykonaniu obliczeń prognozowych, model przyjmuje do obliczenia średnie wieloletnie znaczenia wskaźników, albo oblicza wartości według strefowych modeli empirycznych.

Stosowanie w zależności (2) współczynników i wielomianów pozwala w stadium wykorzystania dostosowywać model do uzyskania różnych wartości biologicznych jak to plon, ilość biomasy ogólnej i nadziemnej, waga biomasy korzeniowej, produkcja biomasy suchej etc. Przy tym model może być stosowany w warunkach nie w pełni określonych zmiennych w skali czasowej i przestrzennej.

Częściami składowymi modelu są subdomenę, celem których jest obliczanie częściowych wartości biologicznych i współczynników wagowych, opracowanie statystyczne danych monitorowych zamieszczonych w bazie monitoringu na potrzeby prognozowania, uwzględnianie efektów współdziałania, wartości aktualnych i prognozowanych strat biomasy na różnych stadium działania modelu. Pozostałe cechy modelu zapewniają wprowadzenie-wyprowadzenie informacji i jej wstępne i wyjściowe kształtowanie.

Jak wykazują wyniki stosowania tej metody w warunkach terenów osuszanych, uzyskiwane oceny są obiektywne, operatywne, uniwersalne w sensie stosowania do różnych układów przestrzennych, ulegają prostej interpretacji, wygodne dla podejmowania decyzji sterujących etc. Przy tym kryterium wydajności roślin mimo wszystkie zalety i kompleksowość nie jest wystarczający dla określania w pełni potencjału turystycznego terenu. Musimy, więc stosować miary uzupełniające, przede wszystkim zasobność układu w wodę i związane z tym cechy przestrzenne: sieć drogowa, mosty i przejazdy, walory krajobrazów sąsiednich etc. Dlatego polecamy dla obliczenia i oceny potencjału turystycznego korzystanie ze wzoru:

$$B = \Omega K (\zeta_{\alpha} y_{\alpha} + \zeta_s y_s) + \sum_{w=1}^v \mu_w W_{ter} , \quad (7)$$

gdzie B – stopniowa ocena potencjału turystycznego układu zmeliorowanego; Ω - operator przeliczający produkcję do skali stopniowej; W_{ter} – wskaźnik waloru terenu (powierzchnia zwierciadła wód płynących i stojących, odległość od drogi, długość szlaków terenowych, ścieżek turystycznych i rowerowych, wskaźnik

estetyki krajobrazów otaczających, liczba jednostek turystycznych, inne wskaźniki szczegółowe), stopnie; μ_w – współczynnik wagowy odpowiedniego wskaźnika waloru.

Uzyskana w taki sposób ocena potencjału turystycznego układu zmeliorowanego uwzględnia wszystkie główne cechy wpływające na potencjał, jako wskaźnik całościowy poprzez ocenę funkcjonowania szaty roślinnej, stanu i objętości wód śródlądowych.

Uwzględniając wydajność biologiczną układu, jako całości przy ocenie potencjału nie możemy negować również innych ważnych czynników jak poziom zanieczyszczenia gleb, użytkowanie terenu, bioróżnorodność, retencja wody w krajobrazie, stan techniczny sieci drenarskiej etc. Należy tu podkreślić, że takiego rodzaju ocen po odpowiedniej adaptacji modelu możemy dokonywać nie tylko w stosunku do terenów osuszanych a również do innych przyrodniczych i przyrodniczo-technicznych systemów terenowych.

WNIOSKI

Z wymienionego powyżej wynika, że przedstawione modele i metody pozwalają na zasadzie modelowania wydajności układów osuszanych, dokonywać ocen szczegółowych stanu a potencjału turystycznego meliorowanych układów przestrzennych w różnych skalach. Będąc wygodnym narzędziem do modelowania (a więc do sterowania stanem i potencjałem) i przedstawione w postaci programu komputerowego takie metody mogą być rozpatrywane, jako system informacyjny wspierania decyzji sterujących wobec systemów użytkowanych na cele turystyki wodnej i wiejskiej, innych systemów terenowych.

Symulacja matematyczna i komputerowa zachowania poszczególnych układów przestrzennych pozwala użytkownikowi po przeprowadzeniu iteracyjnych eksperymentów komputerowych ustalać odpowiednie biznesowe, ekologiczne, przestrzenne itp. strategie, postępowania i zabiegi szczegółowe.

Metody i modele zostały identyfikowane i weryfikowane w warunkach północno-zachodniej Ukrainy i są przydatne do wykonania następujących zadań:

1. Oceny stanu melioracyjnego i skuteczności użytkowania terenów osuszanych.
2. Prognozy stanu układów osuszanych.
3. Wypracowanie zabiegów sterujących wobec terenów osuszanych.
4. Bonitacja dla celów turystyczno-rekreacyjnych.

Użytkowanie praktyczne modeli pozwala wnioskować przede wszystkim o aktualnie niskim poziomie potencjału turystycznego układów osuszanych Ukrainy oraz o wielkich perspektywach tworzenia sieci turystycznych na przekształconych terenach strefy umiarkowanej.

LITERATURA

1. Ajdarov I.P., Golovanov A.I., Nikolsky J.N. Optimizacija meliorativnych regymov oroshajemych i osuchajemych zemel (Rekomendacii). - Moscow: Agropromizdat. - 1990. - 60 p.
2. Arthur L., Daniel T., Boster R. Scenic assessment: an overview // Landscape Planning. – 1977. - № 4. – pp. 56-78.
3. Baker D.N. Simulation for research and crop management // Proceedings of World Soybean Research Conference II (ed. F. T. Corbin). - Boulder, Colorado: Westview Press, 1980. – pp. 533-546.
4. Cancela de Fonseca J.R. Quantitative analysis of landscape systems // Biulletin de la Societe de Geographie d’Egypte. – 1990. - № 63. – pp. 124-157.
5. Cleland J.G., Kingsbury C.L. Multi-media environmental assessment / Research Triangle Institute. – Michigan. – 1977. - ETA-600/7-77-136A. – pp. 45-66.
6. Dent J.B., Anderson J.R. Systems Analysis in Agricultural Management. – Sydney: Wiley, 1971. – 354 p.
7. Federer G. Geometricheskaja teorija miery. – Moskow: Nauka, 1987. – 757 s.

8. France J., Thornley J.H.M. *Mathematical Models in Agriculture*. – Wellington, 1987. – 400 pp.
9. Galamin E.P., Siptic S.O., Milutin N.N. Model formirovanija urogaja agrobiocenoza i ee identifikacija // Modelirovanije produkcionnyh processov v agroekosistemach. - Moscow: Nauka, 1976. – P. 36-63.
10. Greenwood D. J., Wood J. T., Cleaver T. J. A dynamic model for the effects of soil and weather conditions on nitrogen response // *J. Agric. Sci.* - 1974. - v. 82, N 3. – pp. 455-467.
11. Jones J.W., B.A. Keating and C.H. Porter. Approaches to modular model development. *Agric. Syst.* - 2001, pp. 421–443
12. Kolman R. Ilościowe określanie jakości. – Warszawa: PWE, 1973. - 324 s.
13. Lewontin R.C. The meaning of stability // Brokhamen National Lab. Spribgfield, Symp. Diversity and stability in ecological systems. *Biol.* - 1969. - № 22. – pp. 69-90.
14. Monsi M., Saeki T. Ober den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduktion // *Jap. J. Bot.* – 1953. - N 14. – pp. 22-52.
15. Moshynsky V. Modern Water Conditions in The Northwest Part of Ukraine: An Analysis // *Water Engineering & Management.* - Des Plaines IL USA., 2001 - No 4. – P. 22-26.
16. Moshynsky V.S. Metodyka zastosuvannia danyh ekologo-milioratyvnogo monitoryngu dla ocinky gruntovogo pokryvu // *Visnyk UDAWG.* - Rivne, 1998. - V-1. – P. 63-67.
17. Moszyński W. Opracowanie modelu urodzajności i oceny stanu gleb osuszanych // *Materiały konferencji naukowej „Problemy gospodarowania wodą w glebie obszarów rolniczych w aspekcie jakości środowiska przyrodniczego”.* – Bydgoszcz, 2001. – S. 56.
18. Ozga-Zielińska M, Brzeziński J. *Hydrologia stosowana.* – Warszawa: PWN, 1997. – S. 88-126.
19. Polevoj A.N. *Prikladnoje modelirovanije i prognozirowanije produktivnosti posevov.* - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. - 313 p.

20. Poluektow R.A. Dinamicheskije modeli agroekosistemy. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. - 312 p.
21. Richling A., Solon J. Ekologia krajobrazu. - Warszawa: PWN, 1998. – 307 s.
22. Shawcroft R.W., Lewon E.R, Alien L.H., Stewart D.W., Jensen S.E. The soil-plant-atmosphere model and some of its predictions // Agric. Met. – 1974. - v. 14, N 1/2. – pp. 287-307.
23. Thornley J. H. M. Mathematical models in plant physiology. A quantitative approach to problems in plant and crop physiology. - London; New York: Acad. Press, 1976. – 318 p.
24. Toccolini A. The evaluation of ecological stability as a key-system element in the rural planning process: method and application to an Italian area // Proc. Europ. IALE-Seminar on Practical Landscape Ecology. – Roskilde, 1991. - vol. II. – P. 13-33.
25. Wathern P. An introductory guide to EIA // Environmental Impact Assessment. – Routledge – London – New York: 1992. – P. 128-145.

Adres autorów: prof. dr hab. W. Moszyński, prof. dr hab Igor Grygus, dr prof. nadzw. Natalya Mykhaylova, Narodowy Uniwersytet Gospodarki Wodnej i Wykorzystania Zasobów Naturalnych, Równe 33000, Ukraina
V_Moshynsky@ukr.net