

kowej Anglii. Thorsten Wiegand (Lipsk) przedstawił symulacyjny model współistnienia trzech dominujących gatunków roślin na półpustynnych obszarach Afryki Południowej. Florian Jeltsch (Lipsk) mówił o modelowaniu przestrzennych efektów związanych z wymieraniem lasów na Hawajach. Natomiast Horst Malchow (Jülich) pokazał, w jaki sposób procesy fizyczne zachodzące w zbiornikach wodnych generują przestrzenne niejednorodności w rozkładzie organizmów planktonowych. Richard Law (Anglik pracujący w Jülich) przedstawił tak zwaną „permanence method”, czyli pewien sposób definiowania stabilności układu ekologicznego. Nie podobały mi się te abstrakcyjne, graficzne modele, zbyt ogólne, aby można sądzić o ich poprawności. Na koniec Christian Wissel, Thomas Stephan i Martin Drechsler (wszyscy z Lipska) mówili o różnych aspektach modeli opisujących prawdopodobieństwo wymarcia małych populacji.

W sumie spotkanie w Jülich było przesycone dużą dawką klasycznej ekologii matematycznej, momentami aż zbyt zmatematyzowanej. Ten przesyt zrodził we mnie reakcję obronną i pomógł mi być może zrozumieć, gdzie leży jeden z zasadniczych błędów klasycznej ekologii matematycznej. Zajmuje się ona mianowicie tak zwanymi układami dynamicznymi, opisywanymi przez modele zmiennych stanu, czyli takie, w których szybkość zmiany zmiennej stanu jest funkcją tejże zmiennej. Układy ekologiczne nie są prawdopodobnie w takim znaczeniu układami dynamicznymi.

**Janusz Uchmański**

## **Konferencja na temat**

### **„Przewidywalność i modelowanie nieliniowe w naukach przyrodniczych i ekonomicznych” (Wageningen, Holandia, 5–7 IV 1993 r.)**

Uniwersytet Rolniczy w Wageningen obchodzi w tym roku 75 rocznicę utworzenia. Niektórzy jego pracownicy twierdzą, że nie doczeka on setnych urodzin, gdyż możliwości dalszego postępu naukowego w rolnictwie już się wyczerpały. Nakłady na nauki rolnicze są większe niż zyski ekonomiczne, jakie to przynosi. Póki co jednak uczelnia w Wageningen prezentuje się znakomicie. Konferencja, o której mowa, była jedną z kilkunastu przewidzianych w roku jubileuszowym. Jej celem było zgromadzić przy wspólnej dyskusji przyrodników i ekonomistów używających podobnych metod matematycznych, czyli matematycznej teorii nieliniowych układów dynamicznych. Głównym hasłem dyskusji miał być możliwość przewidywania stanów modelowanych układów. Nie wiem, jak wypadły dyskusje interdyscyplinarne. Sądząc jednak z dużej ilości czasu poświęconego deterministycznemu chaosowi, możliwości przewidywania zjawisk w różnych dziedzinach ocenione zostały bardzo skromnie.

Pominę te fragmenty konferencji, które dotyczyły zagadnień odległych od ekologii. Pozostała część rozpadła się na kilka wyraźnych wątków. Po pierwsze, modelowanie jakości wody. Tutaj problemem nie jest konstrukcja modeli zjawisk biologicznych, chemicznych i fizycznych wpływających na jakość wody (te bowiem znane są od lat), lecz odpowiedni wybór parametrów modeli. Opracowano algorytmy wyznaczające parametry modelu w sposób automatyczny. Dyskutuje się jedynie efektywność tych algorytmów i wielkość błędu, do którego prowadzą. Plenarny wykład poświęcony tym zagadnieniom wygłosił wybitny znawca tematu Bruce Back (Imperial College, Londyn). Zainteresowanie wzbudził referat Andrzeja Kraszewskiego z Politechniki Warszawskiej, który zastosował metody analizy niepewności do wyznaczania błędów parametrów liniowych modeli jakości wód w rzekach. Ta grupa zagadnień, raczej z dziedziny inżynierii środowiska, była licznie reprezentowana i przewijała się przez parę sesji. W modelowaniu jakości wód problem nieprzewidywalności, jak się wydaje, nie istnieje, jeśli tylko znane są wartości odpowiedniej liczby parametrów.

Zupełnie inaczej sytuacja wygląda obecnie w dziedzinie, która zwie się analizą szeregów czasowych. Zajmuje się ona głównie odtwarzaniem na podstawie przebiegu wartości pewnej zmiennej w czasie, jaki model matematyczny (najczęściej układ równań różniczkowych) może wygenerować ten szereg czasowy. Dziedzina ta zdominowana jest przez fizyków, dla których nie ma najczęściej najmniejszego znaczenia, skąd pochodzą dane (może to być dynamika liczebności populacji lub zapis stanów lasera). Potrafią oni z nimi zrobić praktycznie wszystko bez wnikania w naturę zjawiska. Ludzie analizujący szeregi czasowe byli licznie reprezentowani w Wageningen. Niektórzy, jak Bruce Kendall (Uniwersytet w Arizonie) i Peter Turchin (Służba Leśna USA) korzystali bardziej z danych ekologicznych, inni – w tej liczbie Ira Schwartz (Laboratorium Badawcze Marynarki Wojennej Stanów Zjednoczonych) – koncentrowali się na danych epidemiologicznych, jeszcze inni (na przykład P. Grassberger, Uniwersytet w Wuppertalu), jak już wcześniej wspominałem, nie mieli pojęcia, co reprezentują ich dane. Przyglądałem się temu wszystkiemu z wielkimi wątpliwościami. Tym bardziej, że odkryłem, iż z braku wystarczającej liczby długich szeregów czasowych, analizie poddawane są ciągle te same zestawy danych. Wynik tych analiz jest zazwyczaj ten sam: szereg czasowy reprezentuje deterministyczny chaos. W takiej sytuacji o przewidywaniu przyszłości na podstawie już istniejących szeregów czasowych nie może być mowy.

Taka sama przyczyna leży u podstaw tego, że pogody nie można przewidzieć na więcej niż dwa-trzy dni. Dobrze zdefiniowany układ fizyczny, jakim jest atmosfera ziemską, opisywana jest modelem matematycznym (na przykład tak zwanym modelem Lorentza) dającym chaotyczne rozwiązania. H. Tennekes, dyrektor holenderskiego Królewskiego Instytutu Meteorologicznego, pokazał, że atmosfera Ziemi jest przeciwieństwem układu deterministycznego w takim sensie, jak wyobrażał go sobie Karl Popper. T. Palmer (Wielka Brytania) wyjaśnił te zagadnienia dokładniej pokazując, jak bardzo błąd prognoz meteorologicznych zależy od niedokładności określenia bieżącej pogody i jak różne błędy prognozy powodowane są tą samą niedokładnością wyznaczenia warunków początkowych dla odmiennych typów pogody. Bardzo podobała mi się ta „meteorologiczna” część konferencji. Nie było tam nic z tych naukowych szaleństw, które obserwowałem przy analizie szeregów czasowych.

„Proszę nie wierzyć liczbom, które Państwu pokazuję” – mówił M. L. Parry (Zespół Badania Zmian Środowiska, Uniwersytet w Oksfordzie) – „Proszę wierzyć różnicom między regionami kuli ziemskiej”. Podjął się on prognozowania produkcji podstawowych pokarmów roślinnych w skali całego globu do końca pierwszego ćwierćwiecza XXI wieku. Jego prognoza, co sam przyznał, obarczona była wysokim, choć nieznanym błędem. Nie dlatego, że dynamika opisywanego układu skażona była deterministycznym chaosem, tylko dlatego, że wszystkie użyte podmodele zawierały nieznanne elementy. Był to bardzo dobry przykład ilustrujący kłopoty, jakie pojawiają się przy tego typu, niesłychanie ważnych przecież, próbach prognozowania.

Konferencje, jak ta w Wageningen, nie mogą się obejść bez pewnego rodzaju folkloru. Reprezentują go najczęściej wykłady z ogólnej teorii systemów. Tak było i tym razem. Wysłuchałem J. C. Willemsa (Uniwersytet w Groningen) i moja wiedza po wykładzie była taka sama, jak przed nim, choć na temat ogólnej teorii systemów nie wiem prawie nic.

Do Wageningen nie pojechałem przypadkowo. Bardzo licznie reprezentowana była na konferencji grupa osób zajmujących się modelami układów ekologicznych, które w języku angielskim zwa się „individual-based models”. To podejście jest szczególnie silnie rozwijane w Holandii, a mnie interesuje ono od dawna. S. A. L. M. Kooijman (Uniwersytet w Amsterdamie), jedna z najaktywniejszych w tej dziedzinie postaci w Holandii, wygłosił plenarny wykład pod tytułem „Individual-based population modelling”. Dużo miejsca poświęcił modelowaniu wzrostu osobników, ale w gruncie rzeczy ograniczył się do omówienia „osobniczo zorientowanych” modeli populacji mikroorganizmów. Byłem zaskoczony, że także w mikrobiologii można stosować podejście osobnicze, z drugiej strony to, że ograniczył się tylko do mikroorganizmów nie pozwoliło mu poruszyć wielu problemów pojawiających się dopiero u bardziej złożonych organizmów. A. M. de Roos (Uniwersytet w Amsterdamie) mówił o modelach dynamiki populacji *Daphnia pulex*. Modele te uwzględniają wiele subtelnych efektów, stanowią też dość

wierne odtworzenie losów populacji złożonej z osobników tego gatunku. Brakowało mi jedynie uwzględnienia zmienności osobniczej. Ja w swoim referacie starałem się przekonać słuchaczy, że dynamika populacji traktowanej jako zbiór osobników nie może być, jak to się robiło do tej pory, opisywana tak zwanym „modelem zmiennej stanu” (zmienną stanu jest na przykład zagęszczenie populacji, a model zmiennej stanu mówi, że zmiana zagęszczenia zależy od zagęszczenia). Przyczyna tego tkwi w tym, że populacja składa się z osobników, które różnią się między sobą. Starałem się także pokazać, że uwzględnienie osobników i różnic między nimi prowadzi do regulacji liczebności populacji, która jest bardzo „niedokładna”. Nie może dawać stanu równowagi, a jedynie fluktuacje liczby osobników.

**Janusz Uchmański**

## **Centrum Badań Środowiska Lipsk–Halle Sp. z o.o.**

Zmiany w każdej dziedzinie życia we wschodnich krajach związkowych Niemiec następują bardzo szybko. Praktyczni Niemcy nie tracą czasu na puste spory, umieją się także dogadać w najważniejszych kwestiach. Reforma objęła również naukę w dawnej NRD. Akademię Nauk NRD rozwiązano. Posunięcie to było ostre i zdecydowane. Zwolnieni zostali wszyscy, od profesora do asystenta i sprzątaczkę. Tym, którzy przekroczyli 55 lat, zaproponowano wcześniejszą emeryturę. Następnie przeniesiono do wschodnich krajów strukturę nauki, jaka funkcjonuje w Niemczech Zachodnich. Składa się ona z kilku typowych elementów. A więc po pierwsze uniwersytety. Te pozostawiono w Niemczech Wschodnich rozwiązując tylko różne marksistowskie fakultety. Po drugie tzw. duże centra badawcze, takie jak od lat istnieje na przykład w Jülich, ze wspaniałym wyposażeniem i bardzo liczną kadrami naukową. Są one finansowane w 90% z pieniędzy przyznawanych przez rząd federalny, a w 10% z funduszu rządu tego kraju, na terenie którego się znajdują. Obecnie łącznie z tymi utworzonymi we wschodnich krajach jest w Niemczech 13 tego typu placówek. Poza tym istnieją jeszcze instytuty utrzymywane przez różne fundacje, na przykład instytuty Fundacji im. Maxa Plancka. Te ostatnie są z reguły placówkami o bardzo wysokim poziomie.

W Lipsku na miejscu trzech dotychczasowych placówek Akademii Nauk NRD, które zatrudniały ok. 1400 osób, utworzono w połowie ubiegłego roku duże centrum badawcze poświęcone problemom ochrony środowiska. Zwie się ono Centrum Badań Środowiska Lipsk–Halle (UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig–Halle), gdyż problemom środowiska w tym właśnie najbardziej zanieczyszczonym regionie dawnej NRD poświęcone powinny być badania prowadzone w tej placówce. UFZ jest spółką z ograniczoną odpowiedzialnością. Wynika to ze sposobu finansowania jego działalności (90% środków pochodzi z budżetu rządu federalnego, po 5% płać rząd Saksonii i Saksonii–Anhalt), ale oznacza także, że osoby zatrudnione w Centrum Badań Środowiska nie są urzędnikami państwowymi. Upraszcza to bardzo procedury związane ze zwolnieniem takich pracowników. Wiemy wszyscy, że dla ogólnego poziomu nauki w placówce naukowej ma to ułatwienie dość duże znaczenie. Sposób finansowania UFZ oznacza także, że jego pracownicy w zasadzie nie muszą ubiegać się o finansowanie swoich badań z zewnątrz.

W UFZ pracuje 430 osób. 30 to naukowcy z Niemiec Zachodnich, jest to głównie kadra kierownicza, zaś pozostałe 400 osób to miejscowi pracownicy. Wynika stąd, że ok. 1000 uczonych zasililo rzeszę bezrobotnych w rejonie Lipska. UFZ mieści się w budynkach dawnej Akademii Nauk. Ze starych budynków zostało jednak niewiele, ogołocoło je ze wszystkich pozostałości NRD, został tylko sam szkielet budynków. Następnie wypełniono je „zachodnią treścią”. Wszystko jest nowe, w zachodnim stylu: meble, telefony, komputery, ubikacje, wyposażenie laboratoriów, wszystkie instalacje, od wodnej i elektrycznej, aż po lokalną sieć komputerową. Adaptacji i remontu budynków dokonano w ciągu paru miesięcy. Budżet UFZ w zeszłym roku wyniósł 40 mln marek.