



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICIE
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński
Ludostław Drelichowski
Olgierd Hryniewicz



**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICIE I ZARZĄDZANIU**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE

Tom 41

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2005

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICE
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludostław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz

Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju, w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów informatycznych oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki. Kilka artykułów omawia aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

Recenzenci artykułów:

Dr inż. Lucyna Bogdan
Prof. dr hab. inż. Ludosław Drelichowski
Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz
Dr inż. Edward Michalewski
Dr inż. Grażyna Petriczek
Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak
Dr inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

Copyright © Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2005

**Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa**

**Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**

**ISBN 83-89475-03-0
ISSN 0208-8029**



OPRACOWANIE SCHEMATU FUNKCYJNEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA ORGANIZACJĄ EDUKACYJNĄ W WARUNKACH ODL

*Emma KUSHTINA**, *Przemysław RÓZEWSKI***

Instytut Systemów Informatycznych, Wydział Informatyki, Politechnika Szczecińska

*<ekushtina@wi.ps.pl>; **<prozewski@wi.ps.pl>

W artykule zostało przedstawione podejście do opracowania schematu funkcyjnego Otwartego Systemu Nauczania Zdalnego (OSNZ) działającego według idei Otwartego Nauczania Zdalnego (ang. Open and Distance Learning - ODL). Autorzy wykorzystują metodykę hierarchicznych, wielopoziomych systemów do badania poszczególnych, charakteryzujących się różną naturą, podsystemów OSNZ.

Słowa kluczowe: otwarte nauczanie zdalne, wielopoziomowe modelowanie hierarchiczne, systemy złożone.

1. Wprowadzenie

Podstawą działania systemu informacyjnego, przeznaczonego do zarządzania organizacją, jest zintegrowany model opisujący procesy zachodzące wewnątrz organizacji oraz współdziałanie organizacji z otoczeniem. Istnieje wiele podejść do opisu poszczególnych aspektów działania organizacji:

- formalny opis struktur organizacji (teoria organizacji),
- opis motywów zachowania uczestników procesów zachodzących w organizacjach (teoria gier),
- opis działalności organizacji poprzez modelowanie podstawowych funkcji (teoria systemów).

Każde z wymienionych podejść umożliwia głęboką analizę działalności organizacji, jednakże żadne z nich nie uwzględnia jednocześnie wszystkich procesów zachodzących w organizacji i mających wpływ na jej cykl życia. Celem badań systemowych jest wyróżnienie najważniejszych procesów, opis ich wzajemnego oddziaływania oraz znalezienie podejścia metodologicznego do stworzenia systemu zarządzania organizacją zapewniającego najlepsze warunki życia organizacji.

Jako obiekt badania nauczanie zdalne zgodne z ideą ODL (Patru i Khvilon, 2002) przeprowadzane przez jakąkolwiek instytucję, jest systemem, dlatego że posiada określony cel oraz charakteryzuje się skomplikowaną strukturą, na którą składa się kilka podsystemów mających własne pod-cele i współdziałających na

korzyć celu globalnego. Funkcjonowanie takiego systemu jest ograniczone warunkami endogennymi i egzogennymi.

Punktem wyjścia do prowadzenia analizy systemowej Otwartego Systemu Nauczania Zdalnego (OSNZ) może być podejście zaproponowane przez Mesarovica i innych w pracy "Theory of Hierarchical, Multilevel Systems". W pracy tej autorzy wprowadzają pojęcie wielopoziomowej hierarchicznej struktury organizacji, która uwzględnia różne aspekty jej działania. Każda organizacja jest rozpatrywana jako system. Hierarchiczna wielopoziomowa analiza jest używane między innymi do modelowania systemów socjalnych (Miklashevich i Barkaline, 2005) i wielowymiarowych systemów oprogramowania (Gómez i in., 2001). Analiza systemowa według owego podejścia zakłada rozpatrywanie hierarchicznej natury zarządzania organizacją w trzech wymiarach:

1. określenie stref abstrakcyjnego opisu działania organizacji,
2. wyróżnienie warstw dekompozycji problemów stojących przed organizacją,
3. określanie kolejności podejmowania decyzje przy rozwiązaniu problemów.

W pracy (Kushtina i Różewski, 2004) została przedstawiona hierarchiczna struktura (OSNZ) stworzona według wymiaru (1), w której zostały pokazane trzy główne podsystemy: system zarządzania strategicznego (SMS), system zarządzania procesem nauczania (LMS) i system zarządzania zawartością nauczania (LCMS). Każdy z wyszczególnionych podsystemów obejmuje cztery poziomy działania organizacji (najniższy poziom określa główne procedury i funkcje). Następnym wynikiem analizy systemowej powinien być schemat funkcyjny odwzorowujący wzajemne ułożenie modułów według cykli zarządzania organizacją edukacyjną.

2. Schemat funkcyjny Otwartego Systemu Nauczania Zdalnego (OSNZ)

Opracowanie systemu informacyjnego, przeznaczonego do zarządzania organizacją edukacyjną polega na modelowaniu zidentyfikowanych cykli i ich wzajemnemu wpływowi. W obrębie każdego cyklu wykonywane jest przez decydenta systemowego porównanie wiedzy, czyli ocena jej zawartości i głębokości (pomocne algorytmy zaproponowane zostały w pracy: Zaikin i in., 2006). Na rys. 1 został przedstawiony schemat funkcyjny systemu informacyjnego, który składa się z czterech wbudowanych konturów zarządzania. Schemat funkcyjny może być określony jako sekwencyjny proces przetwarzania wiedzy w trakcie: (i) przygotowania programów nauczania, (ii) oferowania usług kształcących, (iii) opracowania materiałów dydaktycznych, (iv) procesu nabywania kompetencji opartych o określony model wiedzy oraz (v) oceny statystycznej przejścia studentów z jednego etapu nauczania do następnego w ramach przyjętego systemu nauczania.

Pomiędzy przedstawionymi na schemacie funkcyjnym (rys. 1) modelami wiedzy a podsystemami zarządzania organizacją edukacyjną (dokładniejsze

omówienie hierarchicznej struktury OSNZ można znaleźć w pracy: Kushtina, Różewski, 2004) są następujące relacje:

- 1). **Model wiedzy dziedzinowej (MWD)** odnosi się do podsystemu zarządzania strategicznego (SMS), struktura tego modelu może być opisana następującą krotką:

$$MWD = \{Pr, R, Dz, Wd\},$$

gdzie: *Pr* – procesy produkcyjne, *R* - role, *Dz* - działania, *Wd* - wiedza dziedzinowa.

MWD formułuje ekspert na podstawie pojawiającego się zapotrzebowania rynku na nowe procesy, technologie, formy organizacji przedsiębiorstw oraz ustanowienie nowych ról i przedefiniowanie zadań, jakie muszą odegrać specjaliści danej dziedziny. Ekspert ma na uwadze głównie dziedzinę, w której dana organizacja się specjalizuje.

- 2). **Model profilu specjalności (MPS)** odnosi się do podsystemu zarządzania programem nauczania dla określonej specjalności (górny poziom systemu LCMS). Struktura tego modelu może być opisana następującą krotką:

$$MPS = \{MWD, Ws, Us, Zs\},$$

gdzie: *Ws* - wiedza (knowledge) teoretyczna specjalisty, *Us* - umiejętności (skills) praktyczne, *Zs* - zdolności i nawyki (abilities).

MPS formuje metodolog (np. będący przedstawicielem MENiS) w ramach celów i struktury specjalności orientowanej na zadany segment rynku.

- 3). **Model materiałów dydaktycznych (MMD)** formuje inżynier wiedzy na podstawie profilu specjalności oraz celów i struktury przedmiotu nauczania. *MMD* odnosi się do podsystemu zarządzania zawartością materiałów dydaktycznych (dolny poziom systemu LCMS), dla danego przedmiotu struktura modelu *MMD* może być opisana następującą krotką:

$$MMD = \{MPS, Pn, G_{LO}^H, OS\},$$

gdzie: *Pn* - program i cele nauczania danego przedmiotu, G_{LO}^H - hierarchiczny graf odzwierciedlający strukturę przedmiotu, *LO*- obiekty nauczania (patrz Zaikin, i in. 2006), *OS* - ograniczenia środowiska sieciowego.

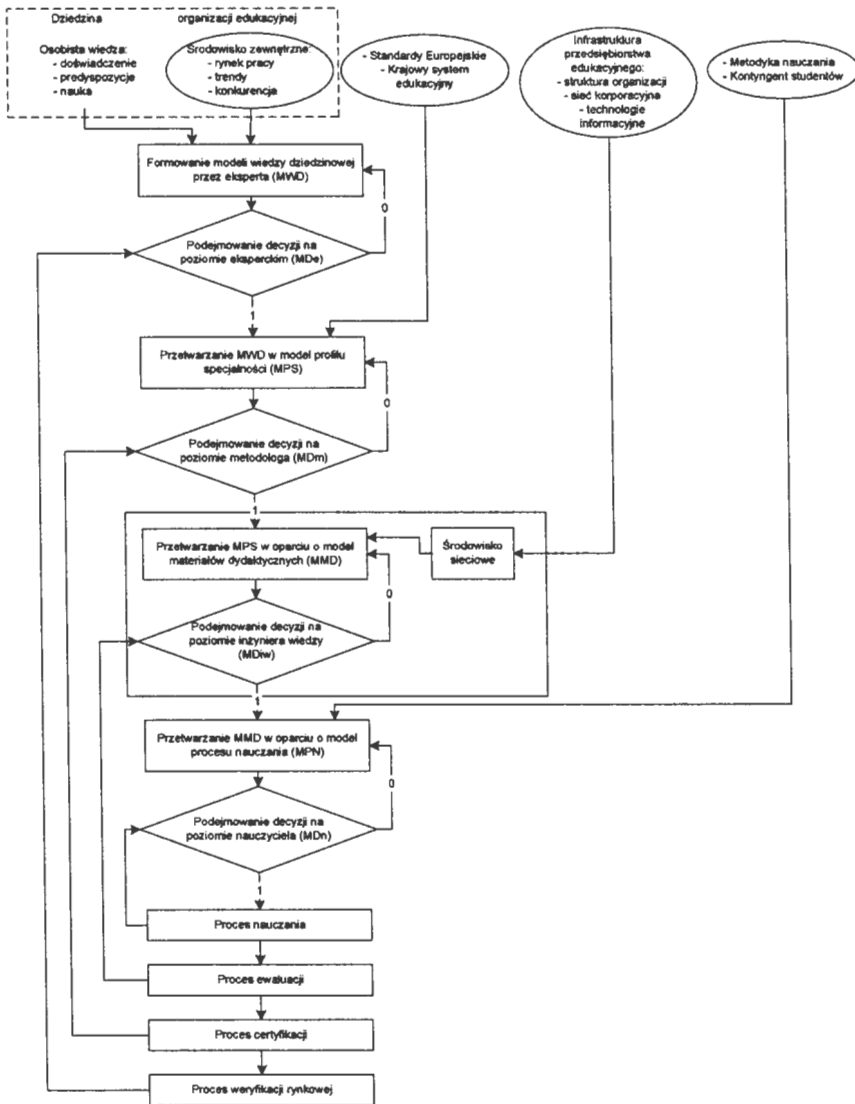
Inżynier wiedzy musi mieć na uwadze uwarunkowania środowiska sieciowego będące ograniczeniem technicznym przestrzeni nauczania.

- 4). **Model procesu nauczania (MPN)** odnosi się do podsystemu zarządzania procesem nauczania (LMS). Struktura modelu może być opisana następującą krotką:

$$MPN = \{MMD, IPN, ZN, SN, PK\},$$

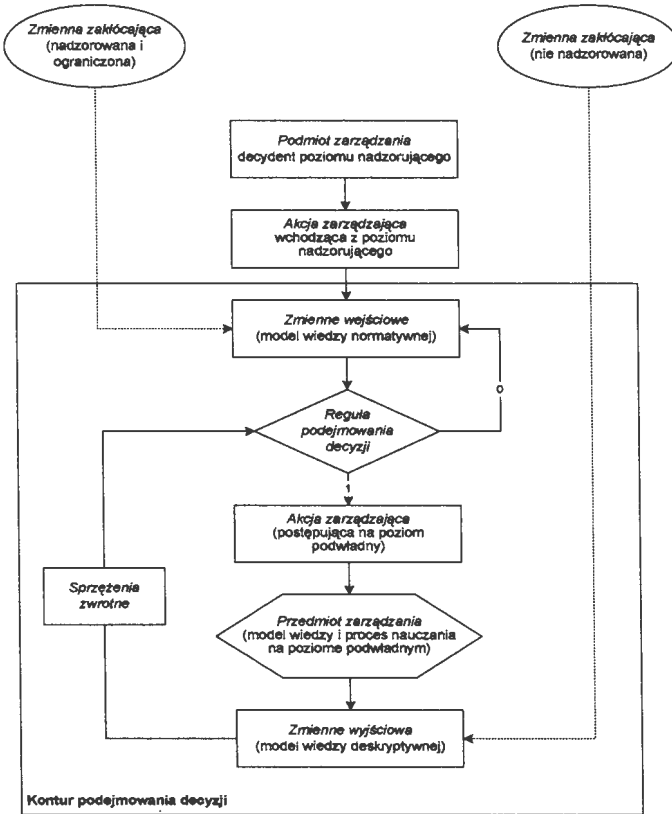
gdzie: *IPN* - indywidualny program nauczania, *ZN* - zdarzenia nauczania, *SN* - sekwencja obiektów nauczania, *PK* - punkty kontrolne.

MPN formułuje nauczyciel, który opiera się na celu i programie nauczania danego przedmiotu, zawartości materiałów dydaktycznych oraz ocenie wiedzy wejściowej danego kontyngentu studentów.



Rysunek 1. Schemat funkcyjny Otwartego Systemu Nauczania Zdalnego (OSNZ)

Na rys. 2 przedstawiona została struktura typowego konturu zarządzania w systemie informacyjnym otwartego nauczania zdalnego (OSNZ). Głównym zadaniem konturu jest zarządzanie procesem dostosowania modelu wiedzy deskryptywnej do normatywnej w obrębie każdego konturu.



Rysunek 2. Struktura konturu zarządzania Otwartego Systemu Nauczania Zdalnego (OSNZ)

Z rys. 2 wynika, że decydenta systemu na i -tym poziomie podejmowania decyzji można opisać następującą krotką \bar{C}_i :

$$\bar{C}_i = \{ AZ_i, ZZ_i, SZ_i, RP_i, FZ_i, CD_i \},$$

gdzie: AZ_i - akcja zarządzająca przychodząca z górnego poziomu, ZZ_i - ograniczenia (zmienne zakłócające) pochodzące ze środowiska zewnętrznego, SZ_i - dane sprzężenia zwrotnego - przychodzące z procesu kontroli, RP_i - reguła produkcyjna - zgodnie z którą formuje się akcja zarządzająca dla dolnego poziomu, $FZ_i = AZ_{i+1}$ -

funkcja decyzyjna, zgodnie z którą określa się wartość akcji zarządzającą wchodzącej na poziom podwładny, CD_i - cykl zarządzania na i -m poziomie, tj. interwał czasowy, na który określona zostaje akcja zarządzająca AZ_i .

Schemat, przedstawiony na rys. 2 może być określony jako kontur zarządzania (KZ) ze sprzężeniem zwrotnym SZ_i . Podmiotem zarządzania jest decydent poziomu nadrzędnego. Przedmiotem zarządzania jest decydent poziomu podwładnego wspólnie z procesem nauczania. Centralnym (systemotwórczym) elementem KZ jest układ podejmowania decyzji porównujący model wiedzy normatywnej (WN) z modelem wiedzy deskryptywnej (WD). Model wiedzy normatywnej reprezentuje obowiązujące i prawidłowe zasady postępowania, natomiast model wiedzy deskryptywnej bezstronnie i obiektywnie opisuje zastaną rzeczywistość (Broens i de Vries, 2003 oraz Radosiński, 2001). Model wiedzy normatywnej formułuje decydent systemu na podstawie akcji zarządzającej wchodzącej z poziomu nadrzędnego. Model wiedzy deskryptywnej określa decydent poziomu podwładnego po zakończeniu procesu nauczania.

Jak pokazano w (Zaikin i in., 2006) najbardziej pasującym do badanego systemu modelem reprezentacji wiedzy jest hierarchiczny graf pojęć G^P . Stosując metodykę i algorytmy z (Zaikin i in., 2006) modele wiedzy WN i WD mogą być przedstawione w postaci hierarchicznych grafów G_{WN}^P i G_{WD}^P . Przy takim podejściu reguła decyzyjna RP_i , na podstawie której podejmowane są decyzje, może być przedstawiona symbolem Kroneckera:

$$RP_i = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ if } G_{WN}^P \supseteq G_{WD}^P \text{ and } HD_i \leq T_i \leq HD_{i+1} \\ 0, \text{ otherwise} \end{array} \right\},$$

gdzie: G_{WN}^P - hierarchiczny graf modelu wiedzy normatywnej, G_{WD}^P - hierarchiczny graf modelu wiedzy deskryptywnej, HD_i - horyzont decyzyjny na poziomie i , HD_{i+1} - horyzont decyzyjny na poziomie podwładnym $i+1$.

Na każdą regułę produkcyjną RP_i składają się dwa warunki:

- a) Graf wiedzy normatywnej G_{WN}^P pokrywa graf wiedzy deskryptywnej G_{WD}^P

$$G_{WN}^P \supseteq G_{WD}^P$$

- b) Okres podejmowania decyzji T_i jest większy od horyzontu decyzyjnego HD_i , i mniejszy od horyzontu decyzyjnego HD_{i+1}

$$HD_i \leq T_i \leq HD_{i+1}$$

Jak pokazano na rys. 2 przy spełnieniu obydwu warunków decydent formułuje akcję zarządzającą dla poziomu podwładnego na podstawie funkcji

decyzyjnej FZ_i . W tym przypadku funkcja decyzyjna FZ_i zmienia normatywny model wiedzy WN_{i+1} dla poziomu podwładnego.

Przy nie spełnieniu jednego z w/w warunków decydent zostaje na i -tym poziomie dla opracowania i modyfikacji własnego normatywnego modelu wiedzy WN_i .

Opisane powyżej podejście do określenia miejsca odpowiedniego modelu wiedzy jest stosowane na każdym cyklu zarządzania organizacji edukacyjnej. Określmy treść każdego z przedstawionych na rys. 1 systemów zarządzania.

Cykl życia organizacji

Podsystem zarządzania strategicznego organizacją edukacyjną cały czas dąży do utrzymania wysokiej pozycji na rynku pracy przez przyszłych absolwentów. Model decyzyjny eksperta ma następującą postać:

$$MDe = \{AZ_e, ZZ_e, SZ_e, RP_e, FZ_e, CD_e\},$$

gdzie: $AZ_e = \emptyset$ - akcja zarządzająca, ZZ_e - popyt i wymagania rynkowe na specjalność, SE_e - okresowa kontrola absolwentów w celu określenia ich satysfakcji w zestawieniu do wymagań rynkowych, FZ_e - funkcja decyzyjna (tworzenie nowej specjalności, modyfikacja specjalności istniejącej), CD_e - cykl życia organizacji, RP_e - reguła produkcyjna eksperta o następującej postaci:

$$RP_e = \begin{cases} 1, & \text{if } G_{wNe}^p \supseteq G_{wDa}^p \text{ and } HD_e \leq T \leq HD_m \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

gdzie: G_{wNe}^p - hierarchiczny graf normatywnej (dziedzinowej) wiedzy na poziomie eksperta, G_{wDa}^p - hierarchiczny graf deskryptywnej wiedzy absolwenta, HD_e - horyzont decyzyjny eksperta, HD_m - horyzont decyzyjny metodologa.

Cykl życia profilu

Podsystem zarządzania przetwarzaniem kompetencji do profilu. Model decyzyjny metodologa ma następującą postać:

$$MD_m = \{AZ_m, ZZ_m, SZ_m, RP_m, FZ_m, CD_m\},$$

gdzie: $AZ_m = FD_e$ - akcja zarządzająca eksperta (tworzenie nowej specjalności, modyfikacja specjalności istniejącej), ZZ_m - zmiany w standardach europejskich, krajowych, zmiany w systemie edukacyjnym, SZ_m - dane statystyczne z procesu certyfikacji używane w celu przyrównania wiedzy studenta z profilem specjalności, FZ_m - funkcja decyzyjna metodologa (zmiany w profilu specjalności, zmiany w materiałach dydaktycznych), CD_m - cykl systemu nauczania, RP_m - reguła produkcyjna metodologa o następującej postaci:

$$RP_m = \begin{cases} 1, & \text{if } G_{WNm}^P \supseteq G_{WDs}^P \text{ and } HD_m \leq T \leq HD_{iw} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

gdzie: G_{WNm}^P - hierarchiczny graf wiedzy normatywnej na poziomie metodologa (wiedza potrzebna podczas tworzenia profilu specjalności), G_{WDs}^P - hierarchiczny graf deskryptywnej wiedzy studenta z procesu certyfikacji, HD_m - horyzont decyzyjny metodologa, HD_{iw} - horyzont decyzyjny inżyniera wiedzy,

Cykl życia systemu nauczania

Podsystem zapewniający inteligentną i sieciową przestrzeń systemu nauczania (efektywne wykorzystanie środowiska sieciowego oraz opracowanie lub dopasowanie repozytorium wiedzy do profilu i kontyngentu studentów). Model decyzyjny inżyniera wiedzy ma następującą postać:

$$MD_{iw} = \{AZ_{iw}, ZZ_{iw}, SZ_{iw}, RP_{iw}, FZ_{iw}, CD_{iw}\},$$

gdzie: $AZ_{iw} = FZ_m$ - akcja zarządzająca metodologa (zmiany w profilu specjalności, zmiany w materiałach dydaktycznych), ZZ_{iw} - struktura organizacyjna, sieć korporacyjna, środki techniczne i programowe, SZ_{iw} - dane statystyczne z procesu ewaluacji studenta, sprawdzenie prawidłowości opanowania materiałów dydaktycznych, FZ_{iw} - funkcja decyzyjna inżyniera wiedzy (zmiany w materiałach dydaktycznych, zmiany w metodyce nauczania), CD_{iw} - cykl życia studenta, RP_{iw} - reguła produkcyjna inżyniera wiedzy o następującej postaci:

$$RP_{iw} = \begin{cases} 1, & \text{if } G_{WNd}^P \supseteq G_{WDp}^P \text{ and } HD_{iw} \leq T \leq HD_n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

gdzie: G_{WNd}^P - hierarchiczny graf normatywnej wiedzy na poziomie dydaktycznym (wiedza zawarta w materiałach dydaktycznych), G_{WDp}^P - hierarchiczny graf deskryptywnej wiedzy studenta z przedmiotu nauczania, HD_{iw} - horyzont decyzyjny inżyniera wiedzy, HD_n - horyzont decyzyjny nauczyciela.

Cykl życia studenta

Podsystem pozwalający śledzić i monitorować poprawność administracyjną przebiegu nauczania oraz ocenić proces nabywania kompetencji przez studenta przy określonym modelu wiedzy i systemie nauczania. Model decyzyjny nauczyciela ma następującą postać:

$$MD_n = \{AZ_n, ZZ_n, SZ_n, RP_n, FZ_n, CD_n\},$$

gdzie: $AZ_n = FZ_{iw}$ - akcja zarządzająca inżyniera wiedzy (zmiany w materiałach dydaktycznych, zmiany w metodyce nauczania), ZZ_n - kontyngent uczących się, SZ_n - oceny studentów podczas procesu nauczania, FZ_n - funkcja decyzyjna

nauczyciela (formowanie grup uczących się), CD_n - cykl nauczania przedmiotu, RP_n - reguła produkcyjna nauczyciela o następującej postaci:

$$RP_n = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ if } G_{WNn}^P \supseteq G_{WDe}^P \text{ and } O_e \leq T \leq HD_{iw} \\ 0, \text{ otherwise} \end{array} \right\},$$

gdzie: G_{WNn}^P - hierarchiczny graf normatywnej wiedzy na poziomie nauczyciela,

G_{WDe}^P - hierarchiczny graf deskryptywnej wiedzy studenta z procesu egzaminacyjnego,

O_e - okres egzaminacyjny, HD_{iw} - horyzont decyzyjny inżyniera wiedzy.

3. Wnioski

Przedstawione podejście opiera się na ogólnie akceptowanej i zweryfikowanej teorii, co jest miarą jego niezawodności. Teoria wielopoziomowych hierarchicznych systemów jest obecnie często używana (przykłady w Gómez i in., 2001 oraz Miklashevich i Barkaline, 2005). Wynika to z tego, że gospodarka światowa opiera się na coraz bardziej złożonych systemach (np. Unia Europejska, firmy o charakterze korporacji).

Poprzez wyróżnienie cykli zarządzania zdobyliśmy możliwość rozróżnienia warstw wiedzy, które są podstawą do podejmowania decyzji. Zostały również zaproponowane reguły określania horyzontu czasowego.

Następnym etapem badań prowadzonych przez autorów będzie rozszerzenie zaproponowanego aparatu o możliwość porównania zawartości semantycznej poszczególnych modeli wiedzy. W (Zaikin i in., 2006) została zaproponowana metoda porównania pojedynczych pojęć, uwzględniając ich objętość i głębokość w różnych kontekstach. Nowe zadania postawione przed modelami wiedzy wymagają opracowania mechanizmów porównania deskryptywnych i normatywnych modeli dotyczących tego samego zakresu wiedzy.

4. Podziękowania

Przedstawione badania zostały wykonane przez autorów w ramach projektu „e-Quality: Quality implementation in open and distance learning in a multicultural European environment” (2003-2006) nr. 110231-CP-1-2003-1-MINERVA-M. Projekt został sfinansowany przez program unijny Socrates/Minerva. Celem projektu jest opracowanie europejskich standardów jakości dla systemów nauczania zdalnego bazując m.in. na koncepcji ODL.

Literatura

- e-Quality: Quality implementation in open and distance learning in a multicultural European environment, the Socrates/Minerva European Union Project, 2003–2006. <http://www.e-quality-eu.org/>
- Broens R., de Vries M.J. (2003) Classifying technological knowledge for presentation to mechanical engineering designers. *Design Studies*, 24(5), 457–471.
- Gómez T., González M., Luque M., Miguel F., Ruiz F. (2001) Multiple objectives decomposition–coordination methods for hierarchical organizations. *European Journal of Operational Research*, 133(2), 323–341.
- Kushtina E., Różewski P. (2004) Analiza systemowe idei otwartego nauczania zdalnego, w: *Straszaka A., Owińskiego J., (Red.), Badania operacyjne i systemowe 2004: Na drodze do społeczeństwa wiedzy*. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 231–245.
- Mesarovic M.D., Macko D., Takahara Y. (1970) *Theory of Hierarchical, Multilevel Systems*. Academic Press, New York.
- Miklashevich I.A., Barkaline V. (2005) Mathematical representations of the dynamics of social system: I. General description. *Chaos, Solitons and Fractals*, 23(1), 195–206.
- Patru M., Khvilon E. Red. (2002) Open and distance learning: trends, policy and strategy considerations, dokument UNESCO, kod: ED.2003/WS/50.
- Radosiński E. (2001) *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej*. Wyd. PWN, Warszawa – Wrocław.
- Zaikine O., Kushtina E., Różewski P. (2006) Model and algorithm of the conceptual scheme formation for knowledge domain in distance learning. *European Journal of Operational Research* (ukarże się w druku w 2006).

THE FUNCTION SCHEMA DEVELOPMENT FOR EDUCATION ORGANIZATION MANAGEMENT IN ODL

In the paper the approach to the function schema of Open and Distance Learning System (ODLS) development is proposed. The ODLS based on the Open and Distance Learning (ODL) framework. The authors used the theory of hierarchical, multilevel systems with the purpose of the ODLS sub-systems analysis.

Keywords: Open and Distance Learning, ODL, hierarchical multilevel modelling.

**Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz
(Redakcja)**

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Monografia zawiera wybór artykułów dotyczących informatyzacji procesów zarządzania, prezentując bieżący stan rozwoju informatyki stosowanej w Polsce i na świecie. Zamieszczone artykuły opisują metody, algorytmy i techniki obliczeniowe stosowane do rozwiązywania złożonych problemów zarządzania, a także omawiają konkretne zastosowania informatyki w różnych sektorach gospodarki. Kilka prac przedstawia wyniki projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji, dotyczących rozwoju metod informatycznych i ich zastosowań.

ISBN 83-89475-03-0

ISSN 0208-8029

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**