



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE
ZARZĄDZANIA I PROCESÓW
DECYZYJNYCH W GOSPODARCE**

pod redakcją:
Jana Studzińskiego
Ludostawa Drelichowskiego
Olgierda Hryniewicza



**KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA
I PROCESÓW DECYZYJNYCH W GOSPODARCE**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE
tom 31

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2002

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA I PROCESÓW DECYZYJNYCH W GOSPODARCE

pod redakcją

Jana Studzińskiego, Ludosława Drelichowskiego
i Olgierda Hryniewicza

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju i zastosowań technologii, modeli i systemów informatycznych w gospodarce narodowej.

Recenzenci artykułów:

Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz

Prof. dr hab. inż. Janusz Kacprzyk

Dr inż. Lech Kruś

Dr inż. Edward Michalewski

Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak

Dr inż. Jan Studzinski

Dr inż. Sławomir Zadrozny

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2002

Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6 01-447 Warszawa

Redakcja: Dział Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN
tel. 837-68-22
Barbara Kotuszevska

Druk: Zakład Poligraficzny Urzędu Statystycznego w Bydgoszczy
Nakład 200 egz. ark. wyd. 23,5 ark. druk. 20,0

ISBN 83-85847-73-1
ISSN 0208-8028

Rozdział 4

Technologie informatyczne w zarządzaniu i marketingu

OPTYMALIZACJA KAMPANII REKLAMOWYCH W INTERNECIE

Jarosław Jankowski

*Institut Systemów Informatycznych, Politechnika Szczecińska
Żołnierska 49, 71-210 Szczecin
<jjankowski@wi.ps.pl>*

Article presents issues related to efficiency in Web based advertising. One of the problems is selectively targeting advertisements to Web users based on their specific interests and other information without compromising personal privacy. Among other existing solutions multi-criteria optimization approach to campaign optimization has been proposed as possible way of non-intrusive targeting. Presented models can be implemented as base for two level decision support system.

Keywords: online advertising, advertising campaign optimization, decision support systems

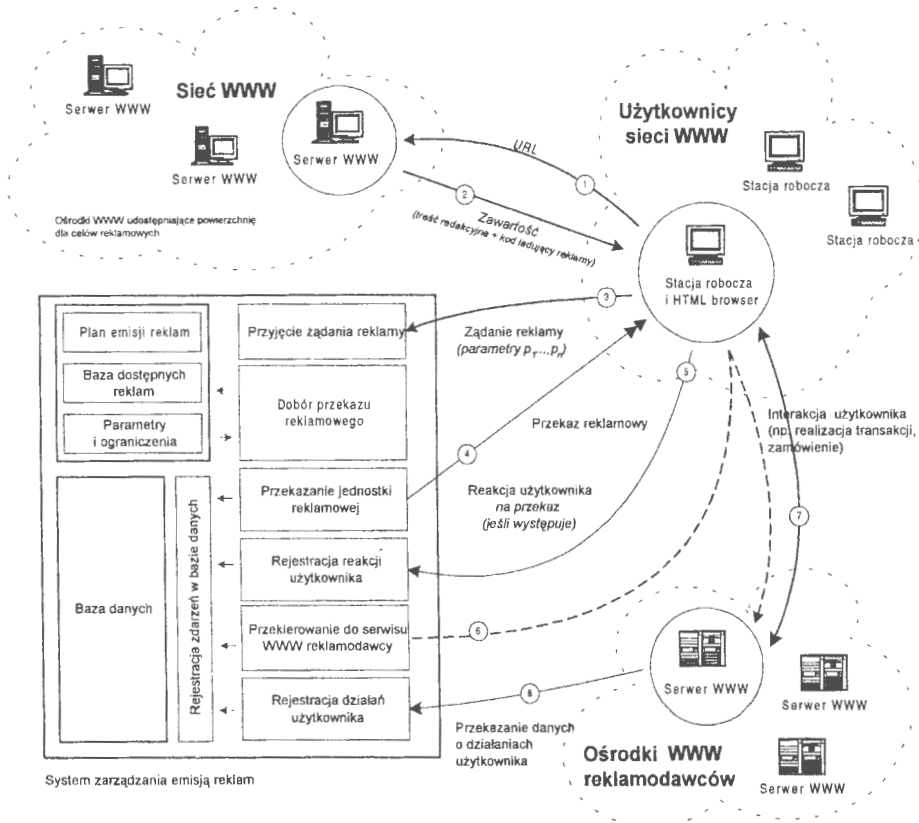
1. Wprowadzenie

Sieć Internet aktualnie wykorzystuje się praktycznie we wszystkich dziedzinach życia i odgrywa coraz większą rolę w rozwoju gospodarczym. Rozwój technologii informatycznych doprowadził do powstania nowych mediów, które znajdują zastosowanie w działalności marketingowej. Powoduje to, że wśród komercyjnych obszarów wykorzystania Internetu większość dotyczy bezpośrednio działalności marketingowej (Unold, 2001). Według Kotlera nastąpiło wejście marketingu w nową erę, gdzie obok tradycyjnych środków przekazu znaczenia nabierają media elektroniczne (Kotler, Postma, 1999).

W przypadku działań marketingowych w Internecie najczęściej wykorzystuje się model komunikacji „jeden do jeden”, który pozwala na bezpośrednią interakcję z odbiorcą przekazu oraz przedstawiony przez Hoffmana i Novaka model „wiele do wielu” (Hoffman, 1995). Zaproponowane sposoby komunikacji pozwoliły na rozwój nowych form promocji i reklamy z wykorzystaniem Internetu. Kampanie reklamowe prowadzone w środowisku Internetowym, dostęp do szerokiego zakresu informacji oraz inne cechy środowiska interaktywnego powodują konieczność dostosowania działalności reklamowej do tych warunków oraz rozwoju technologii, które tę działalność wspomagają.

2. Przedstawienie problemu

Internet pozwala na prowadzenie kampanii reklamowych z udziałem wielu narzędzi, między innymi poczty elektronicznej oraz sieci WWW (ang. *World Wide Web*) (Chmielarz, 2001). Jedną z form reklamy w sieci WWW jest tzw. reklama bannerowa, gdzie nośnikiem przekazu jest obiekt graficzny lub multimedialny, tzw. banner reklamowy, umieszczany dynamicznie najczęściej w treści redakcyjnej ośrodka publikującego w Internecie, który udostępnia powierzchnię dla celów reklamowych (nie jest on integralnym elementem strony WWW) (Wielki, 2001). W trakcie ładowania strony WWW przy pomocy oprogramowania przetwarzającego kod HTML do postaci hipermedialnej, tzw. przeglądarki Internetowej, banner jest pobierany ze wskazanej lokalizacji URL (ang. *Uniform Resource Locator*) i umieszczany w określonym miejscu.



Rysunek 1. Schemat funkcjonowania systemu emisji reklam w Internecie

Emisja reklam obejmuje działania związane z doбором i dynamicznym umieszczaniem jednostek reklamowych w obrębie treści redakcyjnych ośrodka WWW. Kampanie reklamowe w Internecie prowadzi, często na zlecenie reklamodawców, zewnętrzna firma, która pozyskuje powierzchnię reklamową w ośrodkach

publikujących. Do zarządzania przebiegiem kampanii reklamowych wykorzystuje ona zazwyczaj system emisji reklam, którego funkcjonowanie przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

Kampania reklamowa powinna być prowadzona w taki sposób, aby w jak największym stopniu realizować cele określone przez reklamodawców i przynosić im możliwie najlepsze efekty, przy wykorzystaniu dostępnych zasobów. Zmienne możliwości emisji reklam w ośrodkach, uzależnione od liczby użytkowników, różna skuteczność tych działań oraz zmienna liczba reklamodawców i ośrodków w poszczególnych okresach powodują, że prowadzenie działań reklamowych wymaga odpowiedniego zarządzania i planowania. Podejmowane decyzje w trakcie trwania działań reklamowych dotyczą doboru przekazu reklamowego w ośrodkach oraz udziału poszczególnych reklamodawców w całkowitej liczbie emitowanych reklam. Pomimo zło oności występujących problemów publikowane materiały wskazują na stosunkowo niewielki zakres wykorzystania metod optymalizacji decyzji.

Jedno z pierwszych rozwiązań tego typu przedstawił zespół z NEC Corporation i C&C Media Research Laboratories w Japonii. Langheinrich i Nakamura przedstawili metodę bazującą na analizie słów kluczowych wprowadzanych przez użytkownika do serwisu wyszukiwawczego, pozwalającą na skonstruowanie systemu optymalizacji emisji reklam (Langheinrich i in., 1999). W odpowiedzi na żądania napływające z ośrodka WWW system dobiera przekaz reklamowy tak, aby zmaksymalizować współczynnik przekierowań (ang. *click through rate*). Maksymalizację tego współczynnika przedstawiono w postaci zadania programowania liniowego z ograniczeniami. Operacja ta przeprowadzana jest w zadanych odstępach czasu i ma na celu określenie planu emisji reklam w kolejnym etapie kampanii reklamowej. W zależności od prowadzonych słów kluczowych W_1, \dots, W_n system emituje z określonym prawdopodobieństwem m reklam A_1, \dots, A_m . Dla każdej jednostki przekazu ustala się udział h_j w całkowitej liczbie wyświetlonych reklam w kolejnym cyklu emisji. Podstawą obliczeń jest liczba emisji podana przez reklamodawcę, przy założeniu równomiernego nasilenia działań reklamowych danego reklamodawcy dla wszystkich okresów.

Następnie w oparciu o dane historyczne oblicza się prawdopodobieństwa wystąpień k_i dla każdego słowa kluczowego W_i oraz przekierowania c_{ij} dla każdej pary W_i oraz A_j . Na podstawie powyższych obliczeń należy wyznaczyć dla następnego okresu emisji współczynnik wagowy d_i , który oznacza prawdopodobieństwo wyświetlenia reklamy A_j w odpowiedzi na zdarzenie związane ze słowem kluczowym W_i . Sformułowane zadanie programowania liniowego ma postać:

$$\max \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{i,j} k_i d_{i,j} \quad [1.1]$$

przy ograniczeniach :

$$\sum_{i=1}^n k_i d_{i,j} = h_j \quad (j=1, \dots, m) \quad [1.2]$$

$$\sum_{i=1}^n d_{i,j} = 1 \quad (j=1, \dots, m) \quad [1.3]$$

$$d_{i,j} \geq 0 \quad (j=1, \dots, m, i=1, \dots, n) \quad [1.4]$$

Ograniczenie [1.2] zapewnia wyświetlenie w danym okresie liczby reklam wynikającej z planu każdego reklamodawcy. Nierówność [1.4] pozwala na określenie preferencji reklamodawców w stosunku do wybranych słów kluczowych, wyrażanych poprzez minimalną liczbę reklam wyświetlonych w powiązaniu z wybranym słowem. Obliczenie optymalnych wartości $d_{i,j}$ wymaga maksymalizacji funkcji celu [1.1]. Pewnym rozwinięciem powyższej koncepcji jest praca Chickeringa i Heckermana, gdzie zaproponowano równomierny rozkład emisji w wyniku dwuetapowej optymalizacji (Chickering, Heckerman, 2000). Przyjmuje się m grup użytkowników i n reklamodawców, $p_{i,j}$ określa prawdopodobieństwo wystąpienia przekierowania przy emisji reklamy i dla grupy użytkowników j określone w wyniku analizy danych pozyskanych ze środowiska operacyjnego. Dodatkowo uwzględnia się ograniczenia wynikające z możliwości emisyjnych i specyfiki określonej przez reklamodawców, związanej z liczbą emisji dla poszczególnych grup użytkowników. Uzyskanie optymalnego planu emisji pozwala na kalibrację serwera reklam w taki sposób, aby uzyskać maksymalną liczbę przekierowań w zadanym okresie czasu. Chickering podkreśla, że podstawową wadą tego rozwiązania jest wrażliwość uzyskanych wyników na niewielkie zmiany szacunkowego prawdopodobieństwa $p_{i,j}$. Dlatego przyjmuje się je jako podstawę do budowy innego modelu, mniej wrażliwego na niewielkie zmiany parametrów. Zamiast rozpatrywania prawdopodobieństw $p_{i,j}$ zaproponowano wykorzystanie k zakresów prawdopodobieństw. Przedstawione podejście jest jednokryterialne i zorientowane na maksymalizację jednego wskaźnika efektywności. W przypadku dużej wymiarowości problemu utrudnione jest ich bezpośrednie stosowanie ze względu na funkcjonowanie w czasie rzeczywistym lub warunkach zbliżonych do czasu rzeczywistego. W przedstawionych rozwiązaniach nie uwzględniono szeregu dodatkowych czynników ekonomicznych i uwarunkowań technologicznych.

3. Proponowane rozwiązanie

Wspomaganie procesów decyzyjnych związanych z emisją reklam ma duże znaczenie dla efektywności prowadzonych w Internecie kampanii reklamowych. Szereg uwarunkowań powoduje trudności z wyborem właściwego kryterium optymalności prowadzonych działań. Konieczność rozpatrywania wielorakich celów i możliwość ujęcia zależności w postaci funkcji liniowych wskazuje na celowość budowy wielokryterialnego modelu deterministycznego i rozwiązanie go z wykorzystaniem metod wielokryterialnego programowania liniowego. Za podstawę metodyczną proponowanych rozwiązań przyjęto konstrukcję matematycznego modelu optymalizacji decyzji, który jest formalną konstrukcją liniową opartą na metodach WPL (Wielokryterialnego Programowania Liniowego) (Roy, 1990). Zakłada się, że

decyzje związane z emisją reklam w poszczególnych ośrodkach powinny być podejmowane tak, aby:

- wykorzystać w sposób optymalny dostępne zasoby
- osiągnąć maksymalną efektywność reklamy poszczególnych reklamodawców w okresie prowadzonej kampanii reklamowej, przy wielorakości celów i różnych wskaźnikach efektywności
- zminimalizować koszty ponoszone przez reklamodawców
- uwzględnić dodatkowe ograniczenia zarówno ze strony ośrodków internetowych, jak i reklamodawców

Decyzje podejmuje się na poziomie nadrzędnym i wykonawczym, a zasilenia informacyjne stanowią dane z układów pomiarowych za okres lub okresy poprzednie. W artykule skoncentrowano się na poziomie nadrzędnym, gdzie podejmuje się decyzje, które dotyczą planu emisji reklam w poszczególnych ośrodkach publikujących na dany okres czasu t . Proponuje się dwuetapową procedurę optymalizacyjną. Na pierwszym etapie uzyskuje się rozwiązania dla poszczególnych reklamodawców przy uwzględnieniu wielorakości celów. Ze względu na różne ukierunkowanie i założenia prowadzonych działań reklamowych nie istnieje jedno kryterium ich oceny, jednakowe dla wszystkich reklamodawców. Dla każdego okresu czasu t przyjęto wiązkę k kryteriów określanych przez każdego z reklamodawców, które stanowią elementy składowe wektora $W_{j,t}$:

$$W_{j,t} = [F_{j,t}^1(x), \dots, F_{j,t}^k] \quad [3.1]$$

gdzie :

$F_{j,k}^k(x)$ - kryterium k oceny działań reklamowych reklamodawcy j
w okresie t ($j=1, \dots, l_r$, $k=1, \dots, l_k$, $t=1, \dots, T$)

Na poziomie nadrzędnym dla poszczególnych reklamodawców wyodrębniono dziewięć kryteriów podzielonych na trzy grupy, które stanowią najczęściej podstawę do oceny działań reklamowych w Internecie. Przyjęto trzy kryteria ekonomiczne związane z całkowitymi kosztami prowadzonych działań, średnimi kosztami emisji oraz kosztami uzyskania określonych interakcji, takich jak przekierowanie użytkownika do ośrodka reklamodawcy lub inne działania odwiedzających. Odnoszą się one do modeli cenowych CPC (ang. *cost per click*), CPA (ang. *cost per action*), CPM (ang. *cost per mille*), aktualnie najczęściej wykorzystywanych przy szacowaniu kosztów działań reklamowych w Internecie. Dla oceny efektywności przyjęto trzy najczęściej wykorzystywane wskaźniki ukierunkowane na pomiar efektów bezpośrednich - CTR (ang. *click through rate*), LBR (ang. *look to buy ratio*) i CR (ang. *conversion ratio*). Przyjęto również kryteria medialne odnoszące się do zasięgu prowadzonych działań reklamowych, oparte na wskaźniku OTS (ang. *opportunity to see*) oraz całkowitej liczbie emitowanych jednostek reklamowych.

Objętość publikacji nie pozwala na szczegółowe przedstawienie wszystkich cząstkowych funkcji celu oraz ograniczeń progowych. Optymalizacja przyjętych

funkcji umożliwiła uzyskanie maksymalnych (lub minimalnych) wartości kryteriów dla poszczególnych reklamodawców, które wykorzystuje się następnie przy określaniu planu parametrów globalnych emisji reklam. Poza cząstkowymi funkcjami celu przyjmuje się kryteria globalne emisji reklam w okresie czasu t . Ze względu na różny sposób zarządzania procesem emisji reklam, uzależniony od organizacji odpowiedzialnej za przebieg działań reklamowych, trudno określić jedno kryterium optymalizacyjne. Dla każdego okresu czasu t przyjmuje się wektor G , którego elementy stanowią globalne kryteria optymalizacji emisji reklam w okresie czasu t .

$$G^t = [G_1^t(x), \dots, G_{k_x}^t] \quad [3.2]$$

Przyjęto trzy kryteria globalne optymalizacji procesu emisji reklam umożliwiające uwzględnienie różnych celów prowadzonych działań. Można założyć, że optymalizacja procesu emisji reklam ma na celu uzyskanie takiego rozkładu jednostek reklamowych w poszczególnych ośrodkach, aby w jak największym stopniu uzyskać wartości kryteriów cząstkowych określonych dla poszczególnych reklamodawców. Kolejnym zadaniem jest maksymalizacja wyniku finansowego organizacji zarządzającej przebiegiem działań reklamowych, zależnego od różnicy wynikającej z zakupu i sprzedaży powierzchni reklamowej. Trzecie kryterium pozwala na maksymalizację wykorzystania dostępnej powierzchni reklamowej. Minimalizacja funkcji 3.3 pozwala na uzyskanie rozwiązań decyzyjnych dla których wartości cząstkowych kryteriów zbliżone są do wartości maksymalnych (minimalnych) uzyskanych na etapie poprzednim.

$$G_1^T(x) = \sum_{j=1}^{l_r} \sum_{k=1}^{l_k} (F_{j,t}^k(x) - val(FC_{j,t}^k(x))) \rightarrow \min \quad [3.3]$$

gdzie :

- $F_{j,t}^p(x)$ - kryterium p reklamodawcy j , $j = 1, \dots, l_r$, $p = 1, \dots, l_k$
w okresie t
- $FC_{j,t}^p(x)$ - wartość optymalna kryterium p reklamodawcy j , $j = 1, \dots, l_r$,
 $p = 1, \dots, l_k$ w okresie t
- l_r - liczba reklamodawców
- l_k - liczba kryteriów cząstkowych

Optymalizacja funkcji 3.4 ma na celu maksymalizację wyniku ekonomicznego organizacji, która zarządza przebiegiem działań reklamowych.

$$G_1^T(x) = \sum_{i=1}^{l_{op}} \sum_{j=1}^{l_r} \sum_{g=1}^{L_{g,t}} \sum_{m=1}^{l_r} \sum_{d=1}^{l_{d,t}} (x_{i,g,m}^{j,d,t} * (K_{i,g,m} - Z_{i,g,m})) \rightarrow \max \quad [3.4]$$

gdzie :

$x_{i,g,m}^{j,d,t+1}$ - poszukiwana liczba emitowanych reklam typu m reklamodawcy j wzoru d dla grupy docelowej g w ośrodku publikującym i w okresie czasu $t+1$

$K_{i,g,m}$ - koszt emisji jednostki reklamowej typu m w ośrodku i dla grupy docelowej g ponoszony przez reklamodawców

$Z_{i,m,g}$ - koszt emisji jednostki reklamowej typu m dla grupy docelowej g w ośrodku i

l_{op} - liczba ośrodków publikujących

lg_i - liczba grup docelowych ośrodka i

$ld_{j,m}$ - liczba wzorów reklamodawcy j typu m

l_{tr} - rozpatrywana liczba typów reklam

l_r - liczba reklamodawców

Optymalizacja funkcji celu 3.5 pozwala na jak najlepsze wykorzystanie dostępnej powierzchni reklamowej.

$$G_3^t(x) = \sum_{i=1}^{l_{op}} \sum_{g=1}^{lg_i} \sum_{m=1}^{l_{tr}} \left(\frac{\sum_{j=1}^{l_{g_i} r} \sum_{d=1}^{ld_{j,m}} x_{i,g,m}^{j,d,t+1}}{z_{i,g,m}^{t+1}} \right) \rightarrow \max \quad [3.5]$$

gdzie:

$x_{i,g,m}^{j,d,t+1}$ - poszukiwana liczba emitowanych reklam typu m reklamodawcy j wzoru d dla grupy docelowej g w ośrodku publikującym i w okresie czasu $t+1$

$z_{i,g,m}^{t+1}$ - maksymalna możliwa liczba emisji reklam typu m , dla grupy docelowej g w ośrodku publikującym i w okresie czasu $t+1$

l_{op} - liczba ośrodków publikujących

lg_i - liczba grup docelowych ośrodka i

$ld_{j,m}$ - liczba wzorów reklam reklamodawcy j dla typu reklamy m

l_{tr} - liczba reklam

Proponowane rozwiązania mogą stanowić podstawę do budowy systemu wspomaganie decyzji na dwóch poziomach - nadrzędnym dla decyzji związanych z planowaniem emisji reklam na zadany okres czasu i wykonawczym dla decyzji związanych z obsługą żądań reklamy.

4. Podsumowanie

Analiza problemu optymalizacji decyzji w systemie emisji reklam oraz dostępnych rozwiązań wskazuje na trudności z uwzględnieniem złożonych uwarunkowań i czynników mających wpływ na szeroko pojętą efektywność kampanii reklamowych. Generowanie sprawnych rozwiązań decyzyjnych, w szczególności gdy stanowią one podstawę funkcjonowania systemu w czasie rzeczywistym, gdzie wymagana jest automatyzacja procesu wspomaganie decyzji nie jest zadaniem prostym. Przedstawiona koncepcja stanowi podstawę budowy systemu wspomaganie decyzji w zakresie zarządzania emisją reklam w Internecie. Wykorzystanie metod optymalizacji i systemu wspomaganie podejmowania decyzji może w znacznym stopniu wpłynąć na skuteczność prowadzonych działań reklamowych. Zagadnienia te stanowią interesujący problem badawczy ze względu na rosnące znaczenie Internetu, między innymi w działaniach marketingowych, których elementem jest działalność reklamowa.

Literatura

- Chickering D., Heckerman D. (2000) Targeted advertising with inventory management, ACM Special Interest Group on E-Commerce (EC00), Minneapolis
- Chmielarz W. (2001) Handel elektroniczny nie tylko w gospodarce wirtualnej, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa
- Hoffman D.L., Novak T.P. (1995) Marketing in Hipermedia Computer-Mediated Enviroment: Conceptual Foundations, Vanderbilt University, Nashville
- Kotler Ph., Postma P. (1999) The New Marketing Era, Marketing to the Imagination in a Technology Driven World, McGraw-Hill, New York 1999
- Langheinrich M., Nakamura A., Abe N., Kamba T., Koseki Y. (1999) Unintrusive Customization Techniques for Web Advertising, NEC Corporation, C&C Media Research Laboratories, Kawasaki, Japan, Proceedings of WWW8, Kanagawa
- Roy B. (1998) Wielokryterialne wspomaganie decyzji, WNT, Warszawa
- Unold J. (2001) Marketingowe funkcje gospodarki elektronicznej, Materiały Konferencji "Problemy Społeczeństwa Globalnej Informacji IV", Szczecin
- Wielki J.(2000) Elektroniczny marketing poprzez Internet, PWN, Wrocław

ISSN 0208-8028
ISBN 83-85847-73-1

**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: bibliote@ibspan.waw.pl**