

Hubert Obora

Katedra Metod Organizacji i Zarządzania

Metoda twórczego rozwiązywania problemów TRIZ

1. Uwagi wstępne

Wśród najczęściej opisywanych obecnie instrumentów twórczego rozwiązywania problemów na pierwszy plan wysuwają się metody i techniki wywodzące się z Japonii i USA. Oprócz takich metod, jak burza mózgów (i jej odmiany), analiza morfologiczna, metoda delficka czy synektyka, w literaturze przedmiotu znaleźć można również nowe podejścia do rozwiązywania problemów: japońską *QC-story* czy amerykańską *Global 8D*. Większość z opisywanych metod opiera się na słynnej myśli Einsteina: „wyobraźnia jest ważniejsza niż wiedza” (za: [Martyniak 2001]). Są to zatem metody oparte na intuicji i wyobraźni.

Pewnego rodzaju moda oraz obecne w wielu społeczeństwach przekonanie, że tylko to, co „zachodnie”, jest dobre, powoduje, że zbyt często zapomina się o dokonaniach środkowo- i wschodnioeuropejskich badaczy w tej dziedzinie. Jednym z takich dokonań, które wciąż jest na świecie mało popularne, jest opracowana w 1956 r., a do chwili obecnej modyfikowana i usprawniana teoria rozwiązywania problemów wynalazczych H.S. Altszullera (ros. *teorija rieszenija izobratielskich zadacz* – TRIZ). Metoda ta, choć daje duże możliwości tworzenia twórczych rozwiązań, jest przede wszystkim oparta na wiedzy zdobytej przez autora w trakcie długoletnich badań. Wykorzystywany w jej ramach algorytm postępowania oraz cały zbiór zasad, którymi dysponuje, został opracowany na podstawie analizy setek tysięcy patentów.

Liczba publikacji na temat tej metody oraz jej praktyczne zastosowania wskazują, że jest ona popularniejsza w USA, Korei czy Japonii niż w którymkolwiek z krajów europejskich (wyłączając Rosję). Wyniki wdrożenia TRIZ przedstawiane przez wykorzystujące ją wielkie i znane światowe koncerny dowodzą jej wysokiej efektywności nie tylko w rozwiązywaniu problemów technicznych, ale również

w projektowaniu usług, tworzeniu oprogramowania komputerowego, a także szeroko rozumianym rozwiązywaniu problemów organizacyjnych.

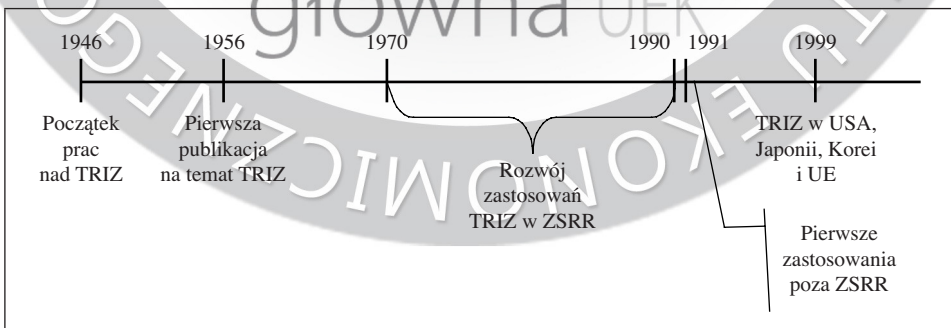
2. Istota i geneza metody TRIZ

Podstawy teorii rozwiązywania problemów wynalazczych opracowane zostały w 1956 r. przez H.S. Altszullera, pracownika Biura Patentowego Marynarki Kaspijskiej w Baku. Na podstawie analizy statystycznej ponad miliona patentów zespół, którym kierował Altszuller, opracował procedurę służącą do kreatywnego rozwiązywania problemów o charakterze inżynierskim. Na jej rozwój największy wpływ miały [Antoszkiewicz 1990]:

- zebranie dużej liczby kreatywnych rozwiązań opierających się na informacji pochodzącej z patentów,
- identyfikacja różnych innowacyjnych rozwiązań,
- opracowanie zbioru typowych wzorców ukazujących sposób powstawania kreatywnych rozwiązań,
- rozwinięcie algorytmów.

Wynikiem końcowym prac zespołu Altszullera jest metoda TRIZ oraz algorytm ARIZ pozwalający na w pełni usystematyzowane podejście do rozwiązywania problemów wynalazczych.

Pierwsza publikacja na temat metody TRIZ pojawiła się w Związku Radzieckim w 1956 r., a kolejne w latach 1961–1965. W tym samym czasie na podstawie jej zasad zostało opracowanych ponad 2 tys. wynalazków. Do końca lat 80. metoda wykorzystywana była głównie w ZSRR (rys. 1). W tym czasie modyfikowano ją wielokrotnie, aby w jak największym stopniu ułatwić jej praktyczne zastosowanie. Pierwsze zastosowania TRIZ poza ZSRR miały miejsce po 1991 r. w USA i krajach skandynawskich.



Rys. 1. Historia metody TRIZ

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Altszuller 1992].

Obecnie metoda ta jest stosowana nie tylko w Rosji, ale również w USA, Korei, Japonii i krajach Europy Zachodniej. Początkowo wykorzystywana była do rozwiązywania problemów technicznych, z czasem jednak zaczęto ją stosować do rozwiązywania problemów o charakterze organizacyjnym, społecznym, a także związanych z szeroko pojętym biznesem. Do znanych firm stosujących metodę Altszullera należą: Motorola, Samsung, Xerox Corporation, Bentley Motors, Ford Motor Co., Chrysler Corp, Emerson Electric.

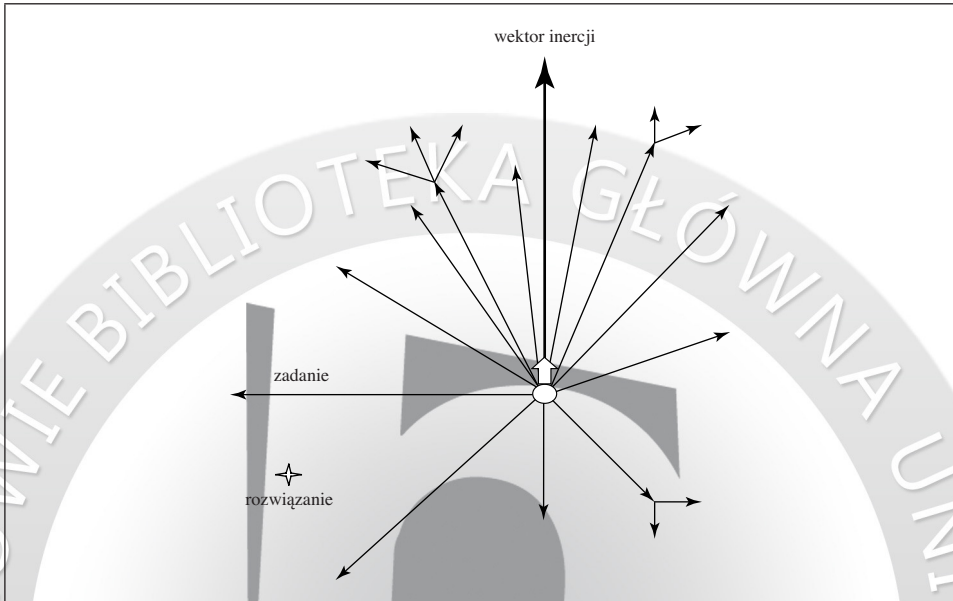
Po 1968 r. część z prac Altszullera została przetłumaczona na język polski i wydana, ale do chwili obecnej metoda TRIZ nie spotkała się w Polsce z większym zainteresowaniem. Przyczyny tego stanu rzeczy tkwią zapewne w niechęci Polaków do rozwiązań opracowanych w Rosji, a wcześniej w Związku Radzieckim.

3. Główne założenia TRIZ

Na podstawie swoich obserwacji Altszuller stwierdził, że inżynierowie, przed którymi postawiono jakiś problem o charakterze wynalazczym, najczęściej starają się go rozwiązać powszechnie znaną metodą prób i błędów. Jego zdaniem, zastosowanie tej metody rozwiązywania problemów technicznych skutkuje w pierwszej fazie procesu zbyt dużą liczbą nietrafnych rozwiązań. Jest to spowodowane przede wszystkim próbą znalezienia nowego rozwiązania na podstawie dotychczasowych doświadczeń. Zjawisko preferowania przez wynalazców dotychczasowych doświadczeń zawodowych w procesie rozwiązywania problemów nazwał Altszuller wektorem inercji (rys. 2).

Metoda TRIZ, odrzucając podejście charakterystyczne dla tradycyjnych sposobów poszukiwania usprawnień, opierające się na aktywności intelektualnej, omija błędne rozwiązania, dzięki czemu szybciej prowadzi do znalezienia rozwiązania docelowego. W TRIZ problem podlega najpierw „uabstrakcyjnieniu”, a następnie stosuje się do jego rozwiązania liczne narzędzia wchodzące w skład systemu (40 zasad innowacyjności, ARIZ). Można też posłużyć się już rozwiązany problemem o tej samej „abstrakcji źródłowej”.

Przeprowadzone obserwacje informacji patentowych skłoniły Altszullera do wniosku, że konstruowanie określonych obiektów (urządzeń) zmierza w pewnej linii rozwoju do ideału. Wzorcem jest tzw. maszyna idealna, nazywana także „idealnym wynikiem końcowym”. Zidentyfikowanie idealnego wyniku końcowego w początkowej fazie pozwala na obranie właściwego kierunku poszukiwań, zmniejsza prawdopodobieństwo przypadkowości i zawęża obszar poszukiwań. Planowe poszukiwanie rozwiązań ukierunkowuje proces myślenia i czyni go bardziej efektywnym, powodując tym samym wzrost prawdopodobieństwa znalezienia rozwiązania będącego nową jakością.



Rys. 2. Model postępowania charakterystyczny dla metody prób i błędów

Źródło: [Boratyńska-Sala 2005].

Ustalenie idealnego wyniku końcowego pozwala na eliminację wad rzeczywistego systemu, zachowanie jego zalet, niekomplikowanie go oraz niewprowadzanie nowych wad. Takie podejście zachęca do tworzenia nowych rozwiązań z użyciem wyobraźni, a nie wiedzy.

Charakterystyki większości obiektów technicznych można dokonać za pomocą kilku wzajemnie zależnych parametrów określających stopień ich doskonałości: niezawodności, efektywności, sprawności, szybkości działania itp. Ponieważ korzystna zmiana któregoś z takich parametrów może prowadzić do pogorszenia drugiego, w trakcie konstruowania należy poszukiwać najbardziej korzystnego ich połączenia z uwzględnieniem możliwości znalezienia kompromisu. Rozwiązywanie problemów o charakterze wynalazczym wymaga znalezienia takiego rozwiązania, w którym zyski dotyczące parametrów są największe, a straty minimalne. Z tej perspektywy rozwiązanie problemu technicznego można określić jako wyeliminowanie sprzeczności technologicznej. Rozwiązując problem techniczny, należy zatem wyszukać w zadaniu sprzeczności, a następnie dostępnymi środkami dążyć do ich wyeliminowania. Jednym z podstawowych środków eliminacji sprzeczności technologicznych w metodzie TRIZ jest zbiór 40 zasad (chwytów) innowacyjności opracowany przez Altszullera na podstawie analizy 40 tys. najlepszych spośród prawie miliona jednostek informacji patentowej (tabela 1).

Tabela 1. Zestawienie 40 zasad innowacyjności

Lp.	Zasada	Zalecenia
1	Segmentacji	Podziel obiekt lub system na niezależne części
		Spraw, by obiekt lub system dawał się łatwo dzielić
		Zwiększaj stopień fragmentacji lub segmentacji obiektu/systemu
2	Wydzielenia	Wydziel na zewnątrz zbędne części systemu lub obiektu
3	Lokalnej jakości	Zmień strukturę obiektu lub systemu z jednolitej na niejednorodną
		Realizuj działania w warunkach najbardziej odpowiednich ze względu na osiągnięcie założonych funkcji obiektu lub systemu
		Spraw, by każda część obiektu/systemu spełniała inną użyteczną funkcję
4	Asymetrii	Zmień formę obiektu/systemu z symetrycznej na asymetryczną
		Jeśli obiekt/system jest asymetryczny, postaraj się zwiększyć stopień jego asymetrii
5	Łączenia	Łącz (zbliżaj) identyczne lub podobne obiekty/systemy
		Spraw, by sąsiadujące lub równoległe operacje były wykonywane w tym samym czasie
6	Uniwersalności	Spraw, by część obiektu wykonywała wiele funkcji i wyeliminuj te części, które wcześniej je wykonywały
		Wykorzystuj znormalizowane zmienne
7	Matrioski	Umieść obiekt/system wewnątrz innego
		Pozwól jednej części doznać głębi innej
8	Przeciwwagi	W celu wyrównania wagi obiektu/systemu połącz go z innymi
		W celu wyrównania wagi obiektu/systemu pozwól mu na interakcje z otoczeniem
9	Przeciwdziałania zapobiegawczego	Jeśli konieczne jest działanie charakteryzujące się zarówno użytecznymi, jak i szkodliwymi efektami, należy zastąpić jego złe skutki
10	Zapobiegania	Wykonaj, zanim to będzie niezbędne, potrzebne zmiany w obiekcie/systemie
		Rozmieść obiekty/systemy w sposób pozwalający na ich wejście w akcję z najbardziej dogodnych pozycji i bez straty czasu na ich dostarczenie
11	Wcześniejszego wytlumienia	Przygotuj się wcześniej na wypadek kompensowania relatywnie niskiej niezawodności obiektu/systemu
12	Ekwipotencjalności	Ograniczaj zmiany pozycji w danym obszarze
13	Wykonania na odwrót	Odwróć czynność zmierzającą do rozwiązania problemu
		Uczyn ruchomym to, co umocowane, i umocowanym to, co ruchome
		Przekręć obiekt do góry nogami

cd. tabela 1

Lp.	Zasada	Zalecenia
14	Sferoidalności	Zamiast prostoliniowych elementów, płaszczyzn i form wykorzystaj krzywoliniowe; zamień powierzchnie płaskie na sferyczne; zamień elementy sześciennie na kuliste
		Wykorzystuj wałki, kule, spirale i kopuły
		Przejdź z ruchu liniowego na ruch po okręgu, wykorzystaj siły odśrodkowe
15	Dynamiki	Zaprojektuj charakterystyki obiektu, środowiska zewnętrznego lub procesu zmian, tak aby były optymalne lub aby odnaleźć optymalne warunki operacyjne
		Podziel obiekt/system na części zdolne do poruszania się względem siebie
		Jeśli proces jest mało podatny lub nieelastyczny, spraw, by był ruchomy lub przystosowalny
16	Częściowego lub nadmiernego działania	Jeśli obiekt/system jest trudny do osiągnięcia w 100% za pomocą danej metody, wtedy problem może dać się rozwiązać znacznie łatwiej z wykorzystaniem tej metody częściowo lub nadmiernie
17	Innego wymiaru	Poruszać obiektem/systemem w dwu- lub trzymwymiarowej przestrzeni
		Wykorzystuj wielopoziomowe rozmieszczenie obiektów/systemów zamiast rozmieszczenia jednopoziomowego
		Wykorzystaj inną stronę obiektu/systemu
18	Wibracji/drgań	Wpraw obiekt/system w wibracje lub drgania
		Zwiększaj częstotliwość wibracji/drgań
		Wykorzystaj częstotliwość rezonansu obiektu/systemu
		Wykorzystuj wibracje piezoelektryczne zamiast mechanicznych
		Wykorzystuj połączone wibracje ponaddzwiękowe i wibracje pola elektromagnetycznego
19	Działań impulsowych	Zamiast działań ciągłych wykorzystaj działania okresowe, pulsacyjne
		Jeśli działanie jest cykliczne, zmień długość cyklu lub częstotliwość
		Wykorzystaj przerwy między impulsami do realizacji innego działania
20	Ciągłości	Pracuj w sposób ciągły (nieprzerwanie); spraw, aby element obiektu lub systemu pracował na pełnych obrotach przez cały czas
		Eliminuj każdą bezczynność i przerwy w realizacji zadań
21	Przeskoku	Realizuj proces lub określone jego etapy szybko
22	Zamiany strat na korzyści	Wykorzystaj czynniki szkodliwe w celu osiągnięcia pozytywnych efektów
		Eliminuj szkodliwe działania przez dodanie ich do innych szkodliwych działań w celu rozwiązania problemu
		Wzmacniaj szkodliwe czynniki aż do tego stopnia, by przestały być szkodliwe

cd. tabela 1

Lp.	Zasada	Zalecenia
23	Sprzężenia zwrotnego	Wprowadź sprzężenie zwrotne w celu poprawy realizacji procesu lub działania
		Jeśli sprzężenie zwrotne jest wykorzystywane, zmieniaj jego znaczenie i wpływ
24	Pośrednictwa	Wykorzystuj pośrednie nośniki i pośrednie procesy
		Łącz tymczasowo obiekty
25	Samoobsługi	Spraw, by obiekt/system obsługiwał się sam przez realizację funkcji pomocniczych
		Wykorzystaj niepotrzebne zasoby, energię i materiały
26	Kopiwania	Zamiast niedostępnych, drogiej obiektów/systemów wykorzystaj niedrogie kopie
		Zamień obiekty/systemy na ich optyczne kopie
27	Taniej nietrwałości	Zamień drogi obiekt na kilka tanich obiektów, utrzymując stałą jakość
28	Zastąpienia mechaniki	W miejsce sterowania mechanicznego wprowadź sterowanie sensoryczne
		Wykorzystaj pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne w celu ich interakcji z obiektem/systemem
		Przejdź od obszarów statycznych do dynamicznych, z obszarów nieustrukturalizowanych do mających strukturę
29	Pneumatyki i hydrauliki	Wykorzystaj gazowe lub płynne elementy obiektu/systemu zamiast elementów o stałym stanie skupienia
30	Elastycznych powłok i błon	Wykorzystuj elastyczne błony i powłoki zamiast trójwymiarowych struktur
		Izoluj obiekt/system od środowiska zewnętrznego z wykorzystaniem elastycznych powłok i błon
31	Materiałów porowatych	Spraw, by obiekt/system był porowaty lub wprowadź do niego porowate elementy
		Jeśli obiekt jest porowaty, użyj porów do wprowadzenia do niego potrzebnych składników lub funkcji
32	Zmiany kolorów	Zmień kolor/przejrzystość obiektu lub jego otoczenia
33	Homogeniczności	Pozwól na wzajemne oddziaływanie na siebie obiektów zbudowanych z tych samych materiałów
34	Odrzucenia i regeneracji	Odrzuć elementy obiektu/systemu, które zrealizowały już swoje funkcje, lub zmodyfikuj je w trakcie działania
		Regeneruj zużyte części obiektu/systemy w trakcie działania
35	Zmiany parametrów	Zmień stan fizyczny obiektu, zmień koncentrację lub konsystencję, zmień stopień elastyczności, zmień temperaturę

cd. tabela 1

Lp.	Zasada	Zalecenia
36	Faz przejściowych	Wykorzystaj zjawiska pojawiające się w trakcie faz przejściowych
37	Rozszerzalności cieplnej	Wykorzystaj rozszerzalność cieplną materiałów Jeśli korzystasz z rozszerzalności cieplnej, użyj wielu materiałów o różnych jej współczynnikach
38	Utleniaczy	Zmień powszechnie wykorzystywane środowisko na środowisko bogate w tlen lub na odwrót: zmień środowisko bogate w tlen na beztlenowe, wykorzystuj zjonizowany tlen, zamiast zjonizowanego tlenu używaj ozonu
39	Środowiska naturalnego	Zamień środowisko naturalne na obojętne, dodawaj neutralne elementy i obojętne dodatki do obiektu/systemu
40	Materiałów kompozytowych	Przechodź ze struktur jednolitych na kompozytowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Tate, Domb 1997].

Przedstawione w tabeli 1 zasady innowacyjności odnoszą się w dużej mierze do dziedzin technicznych. Biorąc pod uwagę obecne zastosowania TRIZ w ekonomii, organizacji, biznesie, należy dokonać odpowiedniej interpretacji tych zasad. W wypadku takich zasad, jak segmentacja, wydzielenie czy łączenie, interpretacja nie przysparza wielu kłopotów. W wypadku innych nie jest ona już tak jednoznaczna, ale nie oznacza to, że niemożliwa. Przykładowo zastosowanie zasady sferoidalności do rozwiązywania problemów o charakterze organizacyjnym może przekładać się na zastosowanie kół jakości lub rotacyjne zmiany kierownictwa w zespole. Zasadę wibracji/drgań można zinterpretować następująco: w planowaniu strategicznym należy „wybrać odpowiednią częstotliwość” i „wprawić organizację w stan rezonansu”, aby osiągnąć zamierzone cele. Zasada pneumatyki i hydrauliki na gruncie problemów organizacyjnych może brzmieć: „zamieniaj sztywne struktury hierarchiczne na bardziej elastyczne”. Oczywiście tego typu interpretacje mają charakter umowny i mogą być potraktowane jako wstęp do dalszej dyskusji na temat przystosowania metody TRIZ do rozwiązywania złożonych problemów organizacyjnych.

4. Algorytm wynalazku ARIZ

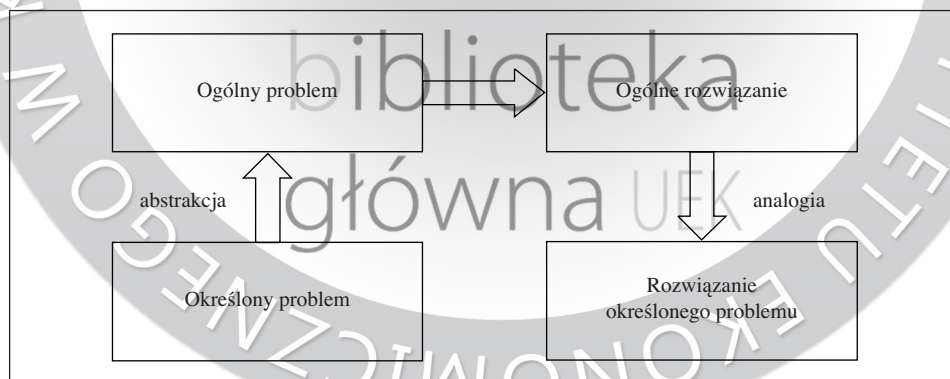
Algorytm rozwiązywania problemów wynalazczych (ros. *алгоритм решения изобретательских задач* – ARIZ) został opracowany przez H.S. Altszullera w połowie lat 40. XX w. Ma on służyć do rozwiązywania złożonych problemów wynalazczych. ARIZ był pierwotnie stosowany w projektowaniu i analizie złożonych obiektów (nowych wyrobów, maszyn i urządzeń technicznych) oraz w rozwiązywaniu

skomplikowanych problemów technicznych (np. do ominięcia ograniczeń narzuconych przez patenty). Obecnie algorytm Altszullera, dzięki zawartym w nim ogólnym zasadom i wskazówkom postępowania, wykorzystywany jest również poza sferą czysto techniczną, np. do rozwiązywania skomplikowanych problemów organizacyjnych. Podstawowymi zasadami, na których opiera się algorytm wynalazku, są [Altszuller 1975]:

- 1) zasada uzyskania idealnego wyniku końcowego,
- 2) zasada przewycięzania sprzeczności technicznych.

Głównym założeniem algorytmu jest osiągnięcie wspomnianego już idealnego wyniku końcowego, określanego jako rozwiązanie problemu w warunkach braku jakichkolwiek ograniczeń fizycznych, technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych czy czasowych. Do najważniejszych cech idealnego wyniku końcowego (*ideal final result* – IFR) należą: eliminacja wad stanu dotychczasowego (rzeczywistego), zachowanie zalet stanu dotychczasowego, niekomplikowanie rozwiązania i niewprowadzanie nowych wad. Aby osiągnąć idealny wynik końcowy, należy usunąć wszystkie sprzeczności pomiędzy jego cechami a rzeczywistością. Z tego punktu widzenia rozwiązanie problemu można sprowadzić do eliminacji zaistniałych sprzeczności [Andrzejewski, Jadcowski 2005].

Rozwiązywanie określonego problemu z wykorzystaniem ARIZ odbywa się przez sprowadzenie go do pewnego problemu ogólnego, określenie rozwiązania dla problemu ogólnego przez eliminację sprzeczności, a następnie zaprojektowania na podstawie analogii rozwiązania szczegółowego (rys. 3).



Rys. 3. Ogólny schemat ARIZ

Źródło: [Andrzejewski, Jadcowski 2005, s. 213].

Szczegółowa procedura algorytmu wynalazku Altszullera od momentu jego powstania podlegała różnym modyfikacjom (stąd kolejne wersje ARIZ, np. ARIZ

68, 71, 77). W literaturze przedmiotu podawana jest najczęściej jej następująca wersja [Antoszkiewicz 1990, s. 114]:

- 1) sformułowanie zadania,
- 2) sprecyzowanie założeń zadania,
- 3) analiza zadania,
- 4) ocena,
- 5) stadium operacyjne,
- 6) synteza.

Określenie zadania polega przede wszystkim na sprecyzowaniu celów technicznych i ekonomicznych, których realizacji ma ono służyć. Następnie ustala się poziom dopuszczalnych nakładów związanych z realizacją zadania i określa, jakie parametry obiektu należy zmienić, a których zmieniać nie należy.

Kolejnym krokiem w ramach formułowania zadania jest identyfikacja możliwości jego rozwiązania nie wprost. Przyjmując założenie, że zadanie jest nierozwiązywalne, poszukuje się zadania zastępczego, którego rozwiązanie przyniesie pożądane wyniki. Dokonuje się analizy zadania pierwotnego i zastępczego oraz ich porównania, a następnie wybiera się jedno z nich do dalszego postępowania. Formułowanie zadania kończy się określeniem i uściśleniem wymaganych parametrów przyszłego rozwiązania (obektu/systemu) ze względu na warunki jego realizacji.

Precyzowanie założeń zadania rozpocząć należy od jego uściślenia na podstawie analizy źródeł literaturowych, przedstawiających, w jaki sposób rozwiązywane są zadania podobne do danego oraz zadania w stosunku do niego przeciwstawne. Następnie formułuje się warunki zadania, używając języka potocznego, tzn. bez użycia terminologii specjalistycznej. W tym celu określa się: system, podsystem, obiekt w podsystemie, element podsystemu, element, którego dotyczy zadanie, i niepożądane efekty związane z realizacją zadania. Wskazane elementy należy uporządkować, dzieląc na te, które można zmienić czy usprawnić, i te, których modyfikacja jest trudna albo niemożliwa. Etap precyzowania założeń zadania kończy wybór spośród uporządkowanych wcześniej elementów tych, które są najbardziej podatne na usprawnienia.

Trzeci z etapów ARIZ rozpoczyna się ustaleniem idealnego wyniku końcowego zadania w celu porównania go z wynikami dotychczasowymi. Określenie IFR sprowadza się do wyboru jednego z elementów obiektu/systemu ustalonych podczas analizy przeprowadzonej na etapie wcześniejszym. Następnie dokonuje się identyfikacji funkcji spełnianych przez ten element wraz z poziomami i warunkami ich realizacji. Ze zbioru zanalizowanych w ten sposób elementów wybiera się te, które nie są w stanie spełniać wymaganych funkcji. Dla każdego z nich identyfikuje się przyczyny, dla których nie jest w stanie realizować założonych funkcji. Później określa się przedsięwzięcia, które należy podjąć, aby dany ele-

ment zyskał cechy potrzebne do pełnienia funkcji. Dla zidentyfikowanych w ten sposób przedsięwzięć poszukuje się różnych alternatywnych pomysłów realizacji. Etap analizy zadania kończy ocena pomysłów realizacji przedsięwzięć, wybór najlepszego i opracowanie wariantów eliminujących przeszkodę zgodnie z najlepszym pomysłem (a w dalszej kolejności z pozostałymi).

Etap oceny polega na ustaleniu przyczyn polepszenia lub pogorszenia stopnia realizacji funkcji w ramach danego zadania pod wpływem zastosowania stworzonego na etapie wcześniejszym rozwiązania szczegółowego. Etap ten obejmuje [Antoszkiewicz 1990, s. 116]:

- określenie tych funkcji, cech i warunków realizacji zadania, które mogą pogorszyć się w wyniku zastosowania opracowanego rozwiązania,
- rozpoznanie dokładnych przyczyn pogorszenia się wskazanych funkcji, cech i warunków realizacji zadania,
- opracowanie zmodyfikowanego wariantu rozwiązania,
- sporządzenie zestawienia nakładów związanych z realizacją zmodyfikowanego wariantu rozwiązania i jego efektów.

Kolejnym etapem ARIZ jest tzw. stadium operacyjne. W jego ramach dokonuje się przede wszystkim oceny rozwiązania, biorąc pod uwagę realizację za jego pomocą założonego idealnego wyniku końcowego. Elementem oceny rozwiązania jest również wskazanie, jakie sprzeczności ono eliminuje, oraz określenie możliwości jego zastosowania w rzeczywistych warunkach. Formalną częścią oceny jest sprawdzenie odkrywczości otrzymanego rozwiązania przez jego porównanie z podobnymi już funkcjonującymi rozwiązaniami (można to zrobić, np. analizując literaturę dotyczącą danego problemu). Etap oceny kończy identyfikacja zadań (organizacyjnych, technicznych, wynalazczych) składających się na zaprojektowane rozwiązanie.

Ostatnim z etapów algorytmu rozwiązywania problemów wynalazczych jest synteza polegająca na rozwinięciu otrzymanego rozwiązania przez dostosowanie go do systemu. Należy ustalić zmiany w systemie, którego dotyczy wprowadzane rozwiązanie. Na tym etapie dokonuje się również ostatecznych zmian w zaprojektowanym rozwiązaniu oraz sprawdza się, czy może być ono zastosowane w inny sposób. Odpowiedź twierdząca oznacza, że pomysł może posłużyć do rozwiązania innych sytuacji problemowych.

W modyfikacji algorytmu przedstawionej przez autora w 1977 r. postępowanie badawcze wzbogacono o jeszcze jeden, ostatni etap – analizę toku rozwiązywania. W jego ramach należy porównać rzeczywisty tok rozwiązywania problemu z teoretycznym (przewidywanym przez ARIZ), a ewentualne różnice zanotować i wykorzystać w innych projektach.

Dobierając algorytm ARIZ do rozwiązywania konkretnego problemu, należy wykorzystać spostrzeżenia Altszullera. Dotyczą one efektów twórczego rozwią-

zywania problemów. Altszuller wyróżnił sześć etapów procesu rozwiązywania problemów, które realizuje się w zależności od pięciostopniowej skali trudności problemów (tabela 2). Zdaniem Altszullera, wraz ze wzrostem stopnia trudności problemów wydłuża się czas potrzebny na opracowanie ich rozwiązań i tym trudniej jest je odnaleźć.

Tabela 2. Efekty twórczego rozwiązywania zadań w zależności od stopnia ich trudności

Skala trudności w rozwiązywaniu problemów wynalazczych	Etapy w procesie rozwiązywania problemów technicznych					
	E1 identyfikacja zadania	E2 wybór koncepcji poszukiwań	E3 zbieranie informacji	E4 poszukiwanie idei rozwiązań	E5 opracowanie wariantu rozwiązania	E6 wdrożenie wariantu
S1 Zadanie bardzo proste	wykorzystano gotowe zadanie	wykorzystano gotową koncepcję poszukiwań	wykorzystano posiadane informacje	wykorzystano gotowe rozwiązanie	wykorzystano gotowy wariant	wdrożono gotowy wariant
S2 Zadanie proste	wybrano jedno z kilku zadań	wybrano jedną z kilku koncepcji poszukiwań	zebrano informacje z kilku źródeł	wybrano jedno z kilku rozwiązań	wybrano jeden z kilku wariantów	zmodyfikowano znany wariant
S3 Zadanie złożone	zmieniono zadanie wyjściowe	koncepcję poszukiwań zmieniono odpowiednio do warunków zadania	zebrano informacje odpowiednio do warunków zadania	znane rozwiązania dostosowano do warunków zadania	zmieniono wariant wyjściowy	wdrożono nowy wariant
S4 Zadanie bardzo złożone	znaleziono nowe zadania	znaleziono nową koncepcję poszukiwań	uzyskano nowe dane odnoszące się do zadania	znaleziono nowe rozwiązania	stworzono nowy wariant	wariant zastosowano w nowy sposób
S5 Zadanie bardzo złożone i skomplikowane	znaleziono nowy problem	znaleziono nową metodę	uzyskano nowe dane odnoszące się do problemu	znaleziono nową ideę	stworzono nowe zasady wariantu	stworzono nowy system, do którego wprowadzono wariant

Źródło: [Antoszkiewicz 1982, s. 87].

Algorytm wynalazku ARIZ wykorzystuje się tylko na etapie wyboru koncepcji poszukiwań, zbierania informacji oraz poszukiwania koncepcji rozwiązań. Analiza problemów pod kątem stopnia ich trudności pozwala stwierdzić, że ARIZ

można w pełni wykorzystać tylko w wypadku problemów złożonych i bardzo złożonych. Do rozwiązywania problemów prostych wykorzystać można tylko pewne jego elementy, natomiast w wypadku problemów bardzo prostych lepsze efekty daje zastosowanie innych metod heurystycznych.

5. Uwagi końcowe

W praktyce zarządzania funkcjonuje bardzo wiele metod służących do twórczego rozwiązywania problemów. W odróżnieniu od większości z nich TRIZ nie akcentuje jednak tak mocno intuicji i wglądu w proces twórczego rozwiązywania problemów. Daje natomiast możliwość rozwiązywania problemów na podstawie stałego, powtarzalnego algorytmu i sprawdzonych wielokrotnie w praktyce zasad. Ważnym argumentem przemawiającym za tym podejściem jest jego uniwersalność – sprawdza się ono równie dobrze w dziedzinach pozatechnicznych, zwiększając liczbę trafnych rozwiązań problemu, dzięki czemu pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze oraz ogranicza ryzyko niepowodzenia.

Niewątpliwe zalety TRIZ spowodowały w ostatnich 6 czy 7 latach duży wzrost zainteresowania tą metodą przedsiębiorstw na całym świecie. W Polsce metoda nie cieszy się jak do tej pory większym zainteresowaniem, od końca lat 60. doczekała się tylko kilku opracowań. Zainteresowanie jej implementacją na gruncie polskim w praktyce gospodarczej też jest niewielkie. Być może, gdyby metoda ta nie powstała w Związku Radzieckim, a np. w USA, byłaby bardzo wnikliwie analizowana w literaturze przedmiotu i często stosowana w krajach europejskich.

Literatura

- Altszuller H.S. [1992], *The History of ARIZ Development*, „Journal of TRIZ”, vol. 3, nr 1.
- Andrzejewski G., Jadkowski K. [2005], *TRIZ – metoda interdyscyplinarna* [w:] *Informatyka – sztuka czy rzemiosło*, II Konferencja Naukowa KNWS '05, Złotniki Lubańskie, 15–18 czerwca 2005.
- Antoszkiewicz J. [1982], *Metody heurystyczne*, PWE, Warszawa.
- Antoszkiewicz J. [1990], *Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów*. PWE, Warszawa.
- Boratyńska-Sala A. [2005], *Metoda modyfikacji algorytmu ARIZ do wyspecjalizowanych zagadnień technicznych* [w:] *Technologiczne systemy informacyjne w inżynierii i kształceniu technicznym. Informacyjne aspekty zarządzania i sterowania produkcją*, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 2–3 czerwca 2005.
- Tate K., Domb E. [1997], *40 Inventive Principles with Examples*, „The TRIZ Journal”, July.

The Theory of Inventive Problem Solving

This article presents the origin and principles of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). In the first part, the author shows how TRIZ has developed. Next, he presents the main TRIZ hypothesis and its general solutions (ideal final result, functional analysis and trimming, forty principles of problem solving). The final section of the article contains a description of the Algorithm of Inventive Problem Solving (ARIZ) and its procedural stages.

