

## TRIZ – METODA INTERDYSCYPLINARNA

Grzegorz Andrzejewski<sup>1</sup>, Krzysztof Jadcowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski  
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50

*e-mail: g.andrzejewski@iie.uz.zgora.pl*

<sup>2</sup> Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Sulechowie  
66-100 Sulechów, ul. Armii Krajowej 51

*e-mail: k.jadcowski@pwsz.sulechow.pl*

### STRESZCZENIE

Teoria Rozwiązywania Problemów Wynalazczych (TRIZ), stworzona prawie 50 lat temu przez rosyjskiego badacza H. Altszullera, znajduje coraz więcej zwolenników wśród inżynierów, konstruktorów, menadżerów a także nauczycieli na całym świecie. Jest ona uważana za empiryczną metodę wynalazczą, opartą na analizie tysięcy patentów i jest zaprojektowana tak, by pokonać inercję psychiczną, opierającą się na przyzwyczajeniach, edukacji i paradygmatach. TRIZ poprzez redukcję aktywności intelektualnej, opartej na metodzie *prób i błędów*, omija błędne rozwiązania i dzięki temu szybciej prowadzi do znalezienia rozwiązania. Doniesienia badawcze, liczna literatura i konferencje poświęcone tej metodzie zdają się potwierdzać jej użyteczność. Teoria ta jednocześnie jest mało znana w Polsce. Niniejsza publikacja ma na celu prezentację tej metody jako interdyscyplinarnego narzędzia, możliwego również do zastosowania przy poszukiwaniu nowych rozwiązań systemowych w dziedzinie informatyki i elektroniki.

### 1. WPROWADZENIE

Jedną z istotnych, różnicujących homo sapiens od innych zwierząt, cechą jest niebywała zdolność myślenia abstrakcyjnego, logicznego i przyczynowo-skutkowego. Towarzyszy temu umiejętność posługiwania się narzędziami oraz ich wytwarzanie. Dzięki tym zdolnościom człowiek już od swoich początków tworzył nie tylko maszyny, które ułatwiały ludziom pracę i życie, ale i wynalazki. Wynalazek można zdefiniować następująco [1]:

*“Istotna nowość rozwiązania technicznego polega na tym, że rozwiązanie to ma nowe, nieznane dotąd cechy, które nadają przedmiotowi wynalazku (urządzeniu, metodzie, substancji) nowe, korzystne właściwości.”*

Wynalazki stawały się coraz bardziej skomplikowane i niezwykle, natomiast metoda do ich dochodzenia ciągle ta sama. Jest nią znana każdemu dziecku metoda *prób i błędów*. Rozwiązywanie metodą *prób i błędów* problemów technicznych, zdaniem Altszullera [1], prowadzi do wygenerowania w pierwszej fazie procesu wielu nietrafnych rozwiązań bardzo

dalekich od koncepcji rozwiązania trafnego. Wynika to nie tyle z przypadku, co jest uwarunkowane próbą znalezienia rozwiązania w oparciu o dotychczasowe doświadczenie. Ta nieefektywna postawa wobec problemu, pochłania z reguły wiele czasu i energii. Przywiązanie do dotychczasowego sposobu myślenia skłania wynalazcę, postępującego przy użyciu tej metody, do szukania podobnych rozwiązań. Autor teorii TRIZ - Henryk Salutowicz Altszuller (1926-1998) - rozpoczął swoje poszukiwania "drogi do wynalazku" w 1948 r. i kontynuował je do końca życia. Po zakończeniu II Wojny Światowej, Rząd Radziecki zgodził się oddać Bibliotekę Patentów Niemieckich Stanom Zjednoczonym, w zamian za różne elementy urządzeń przemysłowych. Altszuller twierdził, że te urządzenia będą bezużyteczne za 20 lat, a patenty pozostaną cenne. Swoją krytykę tej decyzji wyraził w liście wysłanym do Stalina, za co został aresztowany przez KGB i skazany na 25 lat za antysowiecką propagandę. Zespół pod kierownictwem Altszullera w poszukiwaniu wzorów innowacyjnych opracował procedurę dla kreatywnego rozwiązywania problemów inżynierskich. Teoria Rozwiązywania Problemów Wynalazczych została opracowana w oparciu o statystyczną analizę patentów (ponad 1 milion rozwiązań). Jej zarys powstał już w 1956, a w latach 1961-65 powstało w Związku Radzieckim szereg prac poświęconych teorii wynalazczości, inspirowanych pracami H. Altszullera. W tym samym czasie powstało ponad 2000 wynalazków stworzonych w oparciu o jego metodę.

Teoria TRIZ, jest szeroko znana i stosowana nie tylko Rosji, ale również w USA, Korei, Japonii oraz w Europie Zachodniej. Początkowo używana była jedynie do rozwiązywania problemów technicznych, z czasem jednak jej zastosowanie rozszerzyło się na problemy organizacyjne, edukacyjne, społeczne a także na związane z szeroko pojętym biznesem. Prace Altszullera w niewielkiej części były tłumaczone na język polski, począwszy od 1968 r., ale po dziś dzień jego metoda nie spotkała się w Polsce z większym zainteresowaniem. Wynika to najprawdopodobniej z niechęci do rozwiązań opracowywanych przez Rosjan i postaw Polaków do spuścizny Związku Radzieckiego. Niniejsza publikacja ma na celu prezentację tej metody jako interdyscyplinarnego narzędzia, możliwego również do zastosowania przy poszukiwaniu nowych rozwiązań systemowych w dziedzinie informatyki i elektroniki.

## **2. TRIZ**

Altszuller zakładał, że skuteczna metoda rozwiązywania problemów technicznych musi uwzględniać specyfikę mózgu człowieka [1,2]. Po przeanalizowaniu tysięcy patentów, stwierdził, że istnieje kilkadziesiąt zasad leżących u podstaw bardzo różnych wynalazków. Problemy techniczne mogą być rozwiązywane w oparciu o program – heurystykę, a nie jak było dotąd, w oparciu o metodę prób i błędów i wgląd psychiczny.

### **2.1. Pojęcie maszyny idealnej**

Obserwacja rozwoju konstrukcji maszyn skłoniła Altszullera do postawienia tezy, w myśl której konstruowanie określonych urządzeń zmierza do określonego ideału, według pewnej

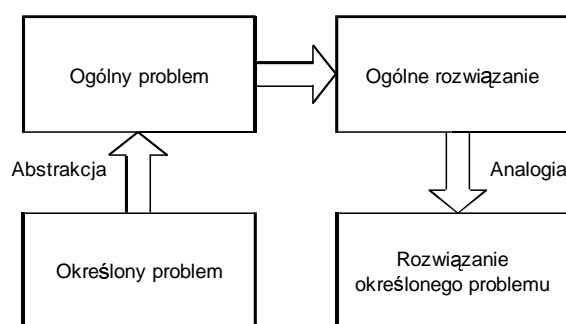
linii rozwoju. „Maszyna idealna to umowny wzorzec.” [1]. Określenie idealnego obrazu maszyny w początkowej fazie wynalazczości tworzy właściwy kierunek poszukiwań, zmniejsza czynnik przypadkowości oraz zawęża kąt poszukiwań. Planowe poszukiwanie ukierunkowuje proces myślenia i czyni go bardziej efektywnym, powodując wzrost prawdopodobieństwa znalezienia rozwiązania, którego efektem będzie wynalazek. Idealna maszyna nazywana jest w tej teorii jako: IFR (ang. *Ideal Final Result*) – Idealny Wynik Końcowy. Do najważniejszych cech IFR należą: eliminacja wad oryginalnego systemu, zachowanie zalet oryginalnego systemu, nie komplikowanie systemu, nie wprowadzanie nowych wad. Podejście takie przeciwdziała psychicznej inercji i zachęca do tworzenia z użyciem wyobraźni, a nie wiedzy.

## 2.2. Sprzeczności technologiczne

Obiekty techniczne (maszyny) można charakteryzować przy pomocy kilku podstawowych wzajemnie zależnych od siebie parametrów, które określają stopień ich doskonałości: wielkość, moc, niezawodność i inne. Korzystna zmiana, któregoś z parametrów często może prowadzić do pogorszenia drugiego. Udoskonalenie pewnych właściwości obiektu wchodzi w konflikt z inną jej właściwością. W trakcie konstruowania należy poszukiwać najbardziej korzystnego połączenia tych cech uwzględniając możliwość znalezienia kompromisu. Rozwiązanie uzależnione jest od określenia: *Gdzie można uzyskać zysk i kosztem czego?* Twórczość wynalazcza wymaga znalezienia takiego rozwiązania, w którym zyski są maksymalne a straty parametrów minimalne. Z tej perspektywy, wynalazek można sprecyzować jako: *wyeliminowanie sprzeczności technologicznej*. Należy wyszukać w zadaniu sprzeczności, a następnie dostępnymi środkami dążyć do ich eliminacji poprzez użycie tzw. 40-tu zasad (p. 2.4).

## 2.3. Algorytm rozwiązywania problemów wynalazczych

W algorytmie ARIZ (Algorytm Rozwiązywania Problemów Wynalazczych) w ogólności wykorzystuje się drogę abstrahowania rozwiązywanego problemu do pewnego problemu uogólnionego, a następnie eliminację sprzeczności na podstawie matrycy analogii (rys. 1).



Rys. 1. Ogólny schemat działania algorytmu ARIZ

Algorytm ten był wielokrotnie modyfikowany. W artykule zaprezentowano jego skrót z 1977r. w jego oryginalnym wyglądzie (jak w [2]), z pominięciem szczegółowej interpretacji poszczególnych kroków.

### **Część 1. Wybór zadania**

- 1.1. Określić końcowy cel związany z rozwiązaniem zadania.
- 1.2. Sprawdzić, czy można osiągnąć ten sam cel *okrężną drogą*. Zakładając, że zadanie jest zasadniczo nierozwiązywalne: jakie inne zadanie należy rozwiązać, aby osiągnąć wymagany wynik?
- 1.3. Ustalić, które rozwiązanie jest bardziej celowe - czy rozwiązanie zadania pierwotnego, czy jednego z zadań *nie wprost*. Dokonać wyboru.
- 1.4. Ustalić wymagane wskaźniki ilościowe.
- 1.5. Powiększyć wymagane wskaźniki ilościowe, biorąc pod uwagę konieczny dla realizacji wynalazku czas.
- 1.6. Uściślić wymagania biorąc pod uwagę konkretne warunki, w których wynalazek ma być realizowany.
- 1.7. Sprawdzić, czy nie daje się rozwiązać zadania poprzez zastosowanie standardów rozwiązań zadań wynalazczych. Jeśli rozwiązanie zostanie otrzymane, to przejść do k. 5.1.
- 1.8. Uściślić zadanie wykorzystując informację patentową.

### **Część 2. Budowa modelu zadania**

- 2.1. Sformułować warunki zadania, nie posługując się terminologią specjalistyczną.
- 2.2. Wydzielić i zapisać będącą w konflikcie parę elementów. Jeśli zgodnie z warunkami zadania jest dany tylko jeden element, to przejść do kroku 4.2.
- 2.3. Zapisać dwa oddziaływania wzajemne (oddziaływania, właściwości) elementów pary: to, które istnieje, i to, które należy wprowadzić; pożyteczne i szkodliwe.
- 2.4. Zapisać standardowe sformułowanie modelu zadania, wskazując będącą w konflikcie parę i sprzeczność techniczną.

### **Część 3. Analiza modelu zadania**

- 3.1. Spośród elementów wchodzących do modelu zadania wybrać ten, który można łatwo zmienić, zamienić itd.
- 3.2. Zapisać standardowe sformułowanie IWK (idealnego wyniku końcowego).
- 3.3. Wydzielić ten obszar elementu (wskazanego w kroku 3.2), który nie jest w stanie uporać się z żądanym przez IWK kompleksem dwóch działań.
- 3.4. Sformułować przeciwstawne sobie wymagania fizyczne, wysuwane przez będące w konflikcie oddziaływania (działania, właściwości) w stosunku do stanu wydzielonego obszaru elementu.
- 3.5. Zapisać standardowe sformułowania sprzeczności fizycznej.

### **Część 4. Przewycięcie sprzeczności fizycznej**

- 4.1. Należy rozpatrzyć proste przekształcenia wydzielonego obszaru elementu, tj. rozdzielić sprzeczne z sobą właściwości. Jeśli znaleziono rozwiązanie fizyczne (tzn.

- jeśli znaleziono niezbędne działanie fizyczne), należy przejść do kroku 4.5. W przypadku przeciwnym należy kontynuować pracę, tzn. przejść do kroku 4.2.
- 4.2. Należy zastosować tablicę typowych modeli zadań i przekształceń wepolowych. Jeśli otrzymano rozwiązanie fizykalne, należy przejść do kroku 4.4. W przypadku przeciwnym - do kroku 4.3.
  - 4.3. Należy wykorzystać tablicę zastosowania efektów i zjawisk fizycznych. Jeśli otrzymano rozwiązanie fizykalne, należy przejść do kroku 4.5. W przypadku przeciwnym - do kroku 4.4.
  - 4.4. Należy zastosować tablicę zasadniczych sposobów przewyższania sprzeczności technicznych (chwytów wynalazczych). Jeśli otrzymano już rozwiązanie fizykalne, to należy wykorzystać tablicę dla jego sprawdzenia.
  - 4.5. Należy przejść od rozwiązania fizykalnego do rozwiązania technicznego: sformułować sposób i podać schemat urządzenia, realizującego ten sposób.

#### **Część 5. Wstępna ocena otrzymanego rozwiązania**

- 5.1. Przeprowadzić wstępną ocenę otrzymanego rozwiązania. *Pytania kontrolne:*
  1. Czy otrzymane rozwiązanie zapewnia spełnienie głównego wymagania IWK?
  2. Jaką sprzeczność fizyczną przewyżcza (i czy przewyżcza) otrzymane rozwiązanie?
  3. Czy otrzymany system zawiera co najmniej jeden dobrze sterowalny element? Jaki mianowicie? Jak realizuje się sterowanie?
  4. Czy rozwiązanie, znalezione dla *monocyklicznego* modelu zadania, ma zastosowanie do rzeczywistych warunków o wielu „cyklach”?Jeśli otrzymane rozwiązanie nie spełnia choćby jednego warunku wymienionego w pytaniach kontrolnych, należy powrócić do kroku 2.1.
- 5.2. Należy sprawdzić (odnosząc się do danych patentowych) formalną odkrywczność otrzymanego wyniku.
- 5.3. Jakie zadania składowe mogą pojawić się przy opracowywaniu technicznym otrzymanej idei? Należy zapisać możliwe zadania składowe - wynalazcze, konstrukcyjne, obliczeniowe, organizacyjne.

#### **Część 6. Rozwinięcie otrzymanego rozwiązania**

- 6.1. Należy określić, jak powinien zostać zmieniony nadsystem, którego częścią jest system zmieniony.
- 6.2. Należy sprawdzić, czy możliwe są nowe zastosowania zmienionego systemu.
- 6.3. Należy wykorzystać otrzymane rozwiązanie dla rozwiązywania innych zadań technicznych.

#### **Część 7. Analiza toku rozwiązywania**

- 7.1. Należy porównać rzeczywisty tok rozwiązywania z teoretycznym (przewidywanym przez ARIZ). Jeśli wystąpiły różnice, to należy je zanotować.

7.2. Należy porównać otrzymane rozwiązanie z danymi tablicowymi (tablica przekształceń wopolowych, tablica efektów fizycznych, tablica zasadniczych chwytów). Jeśli wystąpiły różnice, to należy je zanotować.

ARIZ jest elastycznym programem planowo ukierunkowanych czynności lub programem sekwencyjnego opracowywania zadania wynalazczego. Wykorzystuje on osobowość twórcy aktywizując jego wyobraźnię i jednocześnie chroni przed błędami i małą efektywnością. Stosowanie jego wymaga jednak pewnej wiedzy i umiejętności, które powinny być uprzednio ćwiczone. W tym celu potrzebne są dobrze zaprojektowane szkolenia, które z powodzeniem można prowadzić w grupie uczniów, studentów czy też pracowników.

#### 2.4. Narzędzia twórczości (instrumenty wynalazcy)

W ramach badań nad TRIZ w wyniku starannej analizy setek tysięcy jednostek informacji patentowej, wybrano spośród nich 40 tys. najlepszych. W wyniku tej analizy wyodrębniono 40 zasad rozwiązywania problemów technicznych zwanych przez Altszullera *chwytami*. Zasady te, wykorzystywane w ARIZ, to „operatory przekształcania wyjściowego systemu technicznego (urządzenia) lub procesu technicznego (sposobu)” [1]. Poszczególne zasady dzielą się na instrukcje nierzadko tworząc łańcuch, w którym każda następna instrukcja rozwija poprzednią. Poniżej zebrano i przedstawiono wszystkie zasady, zgodnie z ich oryginalnym nazewnictwem:

1. Segmentacja; 2. Wydzielenie; 3. Lokalna jakość; 4. Asymetria; 5. Łączenie; 6. Uniwersalność; 7. "Matrioszka"; 8. Przeciwiężar; 9. Przeciwdziałanie zapobiegawcze; 10. Zapobieganie; 11. Wcześniejsze wytłumienie; 12. Ekwipotencjalność; 13. Wykonanie w "na odwrót"; 14. Sferoidalność; 15. Dynamika; 16. Częściowe lub nadmierne działanie; 17. Inny wymiar; 18. Wibracje/drgania; 19. Działanie impulsowe; 20. Ciągłość; 21. Przeskok; 22. Straty na korzyści; 23. Sprzężenie zwrotne; 24. Pośrednik; 25. Samoobsługa; 26. Kopiowanie; 27. Tania nietrwałość; 28. Zastąpienie mechaniki; 29. Pneumatyka i Hydraulika; 30. Elastyczne powłoki i błony; 31. Materiały porowate; 32. Zmiana kolorów; 33. Homogeniczność; 34. Odrzucenie i regeneracja; 35. Zmiana parametrów; 36. Fazy przejściowe; 37. Rozszerzanie ciepłne; 38. Utleniacze; 39. Neutralne środowisko; 40. Materiały kompozytowe.

Wymienione zasady dotyczą przede wszystkim dziedzin istotnych w latach 50-tych i 60-tych, a więc np. mechaniki i budownictwa. Współczesna technika została wzbogacona o nowe, niezwykle dynamicznie się rozwijające dziedziny, takie jak informatyka i elektronika. Transpozycja tych zasad na grunt np. informatyki w ogólności nie jest zadaniem prostym [3,4]. Niektóre z nich można szybko spróbować przenieść, jak np. *segmentacja* – podział systemu na moduły, klasy, obiekty, procedury; czy *uniwersalność* – opracowanie modułów (klas, obiektów, procedur) możliwych do wielokrotnego wykorzystania, z różnymi parametrami wejściowymi. Niektóre jednak mogą sprawić trudności interpretacyjne, jak np. *materiały porowate*! Można spróbować zinterpretować taką zasadę, jako intencyjną niedoskonałość programu [3]. Jeśli napisze się grę komputerową, w której użytkownik może

zmierzyć się z komputerem (algorytmem), to w sytuacji, gdy algorytm ten nie będzie popełniał błędów, gra będzie nieatrakcyjna dla większości użytkowników. Zasada *pneumatyka i hydraulika* może być przyrównana do zmiennych dynamicznych, dynamicznie alokowanych struktur danych [3].

Oczywiście interpretacje te mają charakter propozycji. Autorzy planują przeprowadzenie szeregu prac badawczych nad interpretacją poszczególnych zasad, określeniem stopnia ich przydatności w dziedzinie informatyki oraz sformułowaniem wytycznych stosowania metody TRIZ w tej dziedzinie.

### 3. PODSUMOWANIE

W teorii TRIZ problemy mogą być kodowane, klasyfikowane i rozwiązywane metodycznie. Istnieje wiele metod zwiększania kreatywności takich jak: burza mózgów (ang. *brainstorming*), synektyka, myślenie lateralne, programowanie neurolingwistyczne czy mapy myślowe (ang. *mind mapping*). TRIZ w odróżnieniu od wielu innych technik nie akcentuje intuicji i wglądu w procesie twórczego rozwiązywania problemów, lecz daje możliwość rozwiązywania problemów w oparciu o stały, powtarzalny algorytm. Ważnym czynnikiem jest uniwersalność tego podejścia. Działa ono z każdym rodzajem problemów, również w sferze pozatechnicznej. Eliminuje czasochłonne rozwiązywanie problemów metodą *prób i błędów*. Zwiększa ilość trafnych rozwiązań, a przez to oszczędza czas, pieniądze i ogranicza ryzyko.

### LITERATURA

- [1] G. S. Altszuller: *Algorytm wynalazku*, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1975
- [2] G. S. Altszuller: *Elementy teorii twórczości inżynierskiej*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1983
- [3] R. Fulbright: *TRIZ and Software Fini*, The TRIZ Journal, August, 2004
- [4] G. Retseptor: *40 Inventive Principles in Microelectronics*, The TRIZ Journal, August, 2002