

Element-Funktions-Modelle in der Konfliktmodellierung: EFM.K.

Evgeni E. Smirnov, St. Petersburg

2016

Original: Элементно-функциональное моделирование конфликтов: ЭФМ.К. In: Три поколения ТРИЗ. Материалы ежегодной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Г.С. Альтшуллера (Drei Generationen der TRIZ. Materialien der jährlichen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, dem 90. Geburtstag von G.S. Altshuller gewidmet), St. Petersburg 2016.

Quelle: <https://cloud.mail.ru/public/4a7c/WX37Yg1JB>

Übersetzt von Hans-Gert Gräbe, Leipzig.

Zusammenfassung

In diesem Artikel geht es um die Verbesserung einer der am meisten unterschätzten Methoden der Konfliktmodellierung: Die SuField-Modellierung. Es werden Fragen der Erhöhung der Instrumentalität von Konfliktmodellierungsmethoden betrachtet.

Es werden Empfehlungen zur Steigerung der Effektivität von Prinzipien gegeben und ihr Platz bei der Lösung erfinderischer Probleme aufgezeigt.

Schlüsselwörter: TRIZ, Methodologie, SF-Modelle, SF-Analyse, Funktionalanalyse, Funktionale Systeme, EF-Modellierung von Konflikten, EFM.K, Prinzipien, widersprüchliche Bedingungen (WB), widersprüchliche Anforderungen (WA).

Einführung

Es wird ein kurzer Überblick über die Grundprinzipien der EF-Modellierung gegeben, die nicht nur die SF-Analyse ablöst, sondern auch eine verbindende Methode für andere Werkzeuge ist, die im Rahmen der TRIZ angewendet werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, die aktuelle Lage im Bereich der Verbesserung der SF-Analyse zu beleuchten und Vorschläge für deren radikale Veränderung sowie auch zur Erhöhung der Effektivität der Anwendung anderer TRIZ-Werkzeuge am Beispiel von Konfliktlösungsprinzipien zu unterbreiten.

Voraussetzungen

Heutzutage beschränkt sich die SF-Analyse meist auf den Einsatz in Schulungen. Ihre praktische Anwendung wird durch eine Reihe von wesentlichen Nachteilen beschränkt. Ich denke, es

ist hier nicht erforderlich, genauer darzustellen, was sich hinter diese Art der Analyse verbirgt. Hier nur einige Definitionen.

Eine der ersten Definitionen eines SF-Modells wurde in [1] gegeben: „*Ein SF-Modell ist ein minimal vollständiges Modell eines idealen technischen Systems.*“ Hier kommen die folgenden Begriffe vor: Feld (F), Substanz (S) und Mittel (M). Als Variante wurde ein SF-Modell mit einem Feld (F) und zwei Substanzen (2S) betrachtet, von denen die eine jeweils Mittel in Bezug auf die andere ist. Diese letzte Variante, mit den zwei Substanzen *Werkzeug* und *Produkt*, wird auch heute noch verwendet. Jedoch geht das Produkt nach modernen Vorstellungen nicht in ein funktionales System (FS) ein. Allerdings haben sich die Definitionen dabei nur unwesentlich geändert, zum Beispiel: „*Ein SF-Modell ist ein minimales Modell eines technischen Systems: es umfasst das Produkt sowie Werkzeug und Energie (Feld), die notwendig sind für die Einwirkung des Werkzeugs auf das Produkt*“ [2, S. 91].

Damit wird für eine SF-Analyse auch heute noch das sogenannte Dreieck „2S+1F“ konstruiert, das von Bearbeitern sogar dann verwendet wird, wenn Aufgaben nicht zu diesem Modell passen.

Hier ein Beispiel für eine weitere Definition, wo erstens nicht klar ist, auf der Grundlage welcher Regel das Vorhandensein des herausgearbeiteten Widerspruchs vorgeschlagen wird, und zweitens die mentale Trägheit des Denkens „eingeschaltet“ und klar für die Konstruktion eines Dreiecks nach der Formel „2S+1F“ plädiert wird: „*Die SF-Analyse wird in der operativen Zone des Auftretens der Problemstellung durchgeführt, d.h. dort, wo der physische Widerspruch aufgedeckt wurde. Es müssen an jenem Ort unbedingt zwei Substanzen S1 und S2 vorhanden sein, die nützlich oder schädlich miteinander interagieren, und das Feld F, das diese beiden Substanzen verbindet*“ [3, S. 89].

Eine nahe Variante der Lösungssuche durch Formulierung und Auflösung physikalischer Widersprüche wird in [4] vorgeschlagen. Als Hauptnachteil wird hier die Formulierung von inhärent auf der Ebene von Subsystemen existierender (physischer) Widersprüche auf Systemebene gesehen, die unmittelbar bei der Analyse der Problemsituation erfolgt. Der Ausschluss eines solchen Übergangs zwischen Systemebenen beraubt die Methode zusätzlicher heuristischer Kraft.

Es wird auch versucht, die SF-Analyse selbst zu verbessern, aber auch diese neuen Versionen haben keine massenhafte Verbreitung erfahren.

Ein kurzer Überblick über Arbeiten zur Verbesserung der SF-Analyse

In letzter Zeit wurden nur wenige Arbeiten zur SF-Analyse und zum System der Standards veröffentlicht. Der größte Teil von ihnen wurden auf dem Entwicklergipfel 2013 unter dem Thema „Weiterentwicklung der SF-Analyse“ vorgestellt.

Alle Aufsätze enthalten Auflistungen sowohl allgemeiner Schwachstellen dieses Werkzeugs als auch Nachteile, welche die Lösung sehr konkreter Probleme behindern. So werden in den Arbeiten [5, 6] Varianten der Modifikation der klassischen SF-Analyse in der Anwendung auf Informationssysteme vorgestellt:

- Der Begriff „Substanz“ wird durch „Element“ ersetzt und der Begriff „EleFeld“ ver-

wendet, und es wurde auch versucht, dies mit der Funktionsanalyse – „Die Gemeinsamkeit eines EleFelds mit einem Funktionsmodell ermöglicht es, Werkzeuge der Funktionsanalyse in die EleFeld-Analyse zu übertragen. Wir nennen diese Art der Analyse Funktionsfeldanalyse von Systemen“ – und mit funktional-orientierter Suche (FOS) zu kombinieren. Allerdings wird dann im Vergleich zu „Mengen“ die folgende Aussage getroffen: „sowohl in der Menge als auch im EleFeld können Funktionen vorhanden sein oder auch nicht“ [5].

- Das SF-Modell wurde in EL-Action umbenannt (genau so – auf Englisch): Element-Aktion, und es wird eine weitere Komponente eingeführt – Knowledge (Wissen): „Ein Modell, das Elemente, Aktionen und Wissen umfasst, wird EAK-Modell genannt. Die Methodik der Analyse und Transformation von EAK-Modellen wird als EAK-Analyse bezeichnet.“ Ebenfalls werden Besonderheiten der Anwendung der EAK-Analyse für Informationsverarbeitungssysteme berücksichtigt: „In diesen Systemen werden Elemente als Daten dargestellt (Data – D), eine Aktion ist eine Funktion (Function – F) und Wissen (Knowledge – K). Das Modell, das Data, Function, Knowledge umfasst, nennen wir DFK-Modell. Die Methodik der Analyse und Transformation von DFK-Modellen wird als DFK-Analyse bezeichnet“ [6].

In [7] wurde eine Variante der Modellierung von Interaktionen in biologischen (lebenden) Systemen betrachtet, allerdings ohne über die Rahmen klassischer Vorstellungen einer SF-Analyse hinauszugehen.

In der Übersicht des Buches [8] ist die Rede von einer Anpassung der SF-Analyse und des Systems der Standards für die schnelle Ausbildung von Ingenieuren – hier werden der Einfachheit halber Transformationen der Standard-SF-Formel nur mit 5 Regeln ausgeführt, die aus den 76 Standards ausgewählt wurden, wahrscheinlich basierend auf der Häufigkeit ihrer Verwendung. Darüber hinaus untersucht der Autor von [8] die Variante, ein System als eine Ansammlung von Feldern und Substanzen zu fassen, was vollständig analog zur strukturell-energetischen Synthese von Systemen aus einer früheren Arbeit ist [9, S. 73].

Im Aufsatz [10] über SF-Modelle wird die Anwendung eines Prozessansatzes vorgeschlagen, in dem die Begriffe „Substanzen“ und „Feldern“ durch „Ressource“ ersetzt werden. Am Ende schlägt der Autor ähnliche Prozessdiagramme vor: „1. In allen betrachteten Fällen ist dies in keiner Weise weniger heuristisch als das klassische SF-Schema. 2. Es lassen sich so eine Vielzahl von Proto-SF-Schemata der Aufgabe und damit Subjektivität vermeiden. 3. Es werden die klassische SF-Modellierung, die funktional-ideale Modellierung und der Prozessansatz als solcher logisch vereinigt. 4. Es wird vorgeschlagen, den Begriff „SF-Analyse“ durch etwas wie „System-Prozess-Modellierung“ (SPM) zu ersetzen.“ Allerdings hat auch eine solche Darstellung der Methode der Konfliktmodellierung keine Fortsetzung erfahren.

In anderen Arbeiten beschränken sich die Autoren hauptsächlich auf die Auflistung von Mängeln der klassischen SF-Analyse und auf einzelne Verbesserungsvorschläge. Insbesondere werden Wünsche zur Verbesserung der Visualisierung des Prozesses der strukturellen und dynamischen Beschreibung (technischer) Systeme geäußert, was in erster Linie mit der Unvollkommenheit der grafischen Mittel der SF-Analyse verbunden ist. Zu diesem Zweck wird vorgeschlagen, eine Leistungsbeschreibung für entsprechende Forschungsarbeiten zusammenzustellen [11].

Es wird empfohlen, die SF-Analyse und die funktionale Wertanalyse (FWA) [11, 12] zu ver-

einigen, indem ihre starken Seiten kombiniert und auch die Axiomatik dieses Werkzeugs mit der Axiomatik der Systemanalyse und der TRIZ insgesamt abgeglichen werden [13]. Aber auch diese Empfehlungen haben keine wirkliche Umsetzung erfahren.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, das Studium der SF-Analyse im allgemeinen TRIZ-Kurs zu reduzieren [11] oder sogar auf die Entwicklung der SF-Analyse und des Systems der Standards als eigenständiges Instrument ganz zu verzichten [12].

Liste der Hauptnachteile verschiedener Versionen der Analoga der SF-Analyse:

- Es gibt immer noch eine Vermischung der Konzepte „System“ und „Konflikt“ in Modellierungsvarianten, die auf der SF-Analyse basieren.
- Die Nutzung von Bedingungen der Existenz und Arbeitsfähigkeit von Systemen ist nicht vollständig realisiert, auch ist ein funktionaler Ansatz so gut wie nicht vertreten.
- Die Begriffe „Substanz“ und „Feld“, wenn sie auch durch andere ersetzt werden, sind eher zu allgemein [10] oder umgekehrt – hochspezialisiert [6].
- Varianten zur Ableitung von Lösungsbildern aus den konstruierten Modellen fehlen entweder ganz oder werden auf die Anwendung des Systems der Standards reduziert – ein wenig modifiziert [5, 9] oder signifikant reduziert [8] –, d.h. sie basieren auf dem gleichen Prinzip wie die klassische SF-Analyse.
- Keine der vorgeschlagenen Modellierungsvariationen schlägt eine Visualisierung von Widersprüchen vor.

Grundlegende Beobachtungen

Bei der Lösung von Problemen durch die klassische SF-Analyse kann man nicht immer den gewünschten Standard verwenden oder einen geeigneten auswählen, besonders, wenn er keine grafische Interpretation hat. Zum Beispiel ist die Aufgabe, eine Nadel im Heuhaufen zu finden, allgemein bekannt. In den meisten Fällen wird sie mit der SF-Syntheseregeln (Standard 1.1.1 [14]) gelöst, in der es zwei Substanzen – Nadel und Heu – und kein Feld gibt [3, S. 90]. Es scheint, dass eine solche Konstruktion des Modells offensichtlich ist und keiner Erklärung bedarf. Aber in Wirklichkeit wird die Aufgaben durch eine andere ersetzt: statt eine Suche (Finden) auszuführen, erfolgt die Trennung von Heu und Nadeln. Genauso kann man auch das Problem der Suche eines Fisches im Ozean lösen – werden Sie diese durch Trennen von Fisch und Wasser durch Anwenden eines Feldes lösen?

Eine der Hauptursachen für solche Modellierungsfehler ist das Fehlen funktioneller Komponenten in der SF-Analyse. Dies spiegelt sich aber in den Übersichten der vorgestellten Arbeiten nicht gebührend wider. Der zweite Grund ist die schlechte Anwendung eines systemischen Ansatzes, was am ehesten damit verbunden ist, dass die Modellierung von Systemen (funktionaler Systeme oder klassisch – technischer Systeme) nur beschreibenden Charakter hat.

Ein Versuch, einen systemischen Ansatz anzuwenden, wurde in [9, S. 82] bei der Ausarbeitung einer strukturell-energetischen Synthese von Systemen unternommen. Aber solche „Energie-

ketten“, die aus elementaren Strukturgliedern aufgebaut sind, auch wenn sie einen wichtigen Schritt zur Verbesserung der Effizienz der SF-Analyse darstellen, enthalten wesentliche Mängel, die der weiteren Verbreitung dieser Methode im Wege stehen:

- Als elementare Komponenten werden immer noch dieselben „Stoffe“ und „Felder“ verwendet, womit die Prinzipien der Interaktion aus der SF-Analyse entlehnt werden.
- Der steuernde Energiefluss wird auf physikalische Effekte beschränkt: *„Substanz-Feld-Paare, welche die Steuerbarkeit von Systemen ermöglichen, sind in der Natur viele bekannt. Insbesondere können ferromagnetische Substanzen oder Ferropartikel mit magnetischen oder elektromagnetischen Feldern verwendet werden; ebenso elektrische Felder oder elektrorheologische Flüssigkeiten (d.h. Gemische, die ihre Viskosität unter dem Einfluss elektrischer Felder ändern)“*.
- Das Prinzip der Vollständigkeit von Systemen, das vier Arten von elementaren Strukturgliedern umfasst und in der Beschreibung der Methode vorgestellt wird, wird nicht in vollem Umfang in der Konstruktion von Modellen verwendet, was zum Auslassen einer Reihe möglicher Richtungen der Transformation dieser Modelle führt.
- Das „Produkt“ wird als Empfänger des Feldes betrachtet – in „sich ändernden“ Systemen – oder als dessen Transformator - in „messenden“ Systemen, aber nirgendwo wird es zu einem vollständigen Funktionssystem ergänzt in Analogie zum „Werkzeug“, was den Anwendungsbereich derartiger Modelle erheblich begrenzt und das Suchfeld möglicher Lösungen einschränkt – in diesem Fall – aufgrund nicht genutzter Ressourcen des „Produkts“.
- Es fehlt Funktionalität: Die Interaktionen elementarer Kettenglieder werden nicht konkretisiert, sogar wenn eines von ihnen das „Produkt“ ist.

Was muss getan werden? Für den Anfang müssen die meisten oben erwähnten Nachteile beseitigt werden. Insbesondere muss man sich von der stereotypen Beschreibung des Modells in der Form eines Dreiecks „2S+1F“ lösen, das Gebiet der Modellierung – die Konfliktsituation – eindeutig bestimmen und, bitteschön, das Allerwichtigste – die Begriffe und Modelle anwenden, die aus bewährten Ansätzen bekannt sind: dem systemischen und dem funktionalen.

In der Praxis wird der systemische Ansatz zusammen mit dem funktionalen angewendet, weil Objekte (Geräte, Prozesse) der realen Welt, die von Menschen benutzt werden, jedes seinen eigenen Zweck hat, der durch den **Funktionsbegriff** ausgedrückt wird. Somit werden Objekte als **funktionale Systeme** (FS) modelliert. In der TRIZ besteht ein funktionales System aus einer Reihe von Teilen. Zum Beispiel postuliert der Autor in [15, S. 94-97] das obligatorische Vorhandensein von vier Teilen in einem technischen System (TS): Antrieb (A), Transmission (T), Steuerungsorgan (SO) und Arbeitsorgan (AO). Die Energiequelle (EQ) fällt hier entweder mit dem Antrieb zusammen oder wird aus dem System herausgenommen, wenn die Energie von außen kommt, darunter auch von einem Menschen.

Und nun ist es erforderlich, vom beschreibenden Charakter der Modellierung von Objekten als FS zu einer instrumentellen Variante überzugehen. Aber dafür muss man besser verstehen, was die ausgewählten Teile (EE, A, T, SO, AO) genau darstellen und welche Rolle sie für die Funktionsweise des Systems spielen.

K. Marx schreibt zu diesem Thema [16]: „Alle entwickelte Maschinerie besteht aus drei wesentlich verschiedenen Teilen, der Bewegungsmaschine, dem Transmissionsmechanismus, endlich der Werkzeugmaschine oder Arbeitsmaschine. Die Bewegungsmaschine wirkt als Triebkraft des ganzen Mechanismus. Sie erzeugt ihre eigne Bewegungskraft, wie die Dampfmaschine, kalorische Maschine, elektro-magnetische Maschine usw., oder sie empfängt den Anstoß von einer schon fertigen Naturkraft außer ihr, wie das Wasserrad vom Wassergefäll, der Windflügel vom Wind usw. Der Transmissionsmechanismus, zusammengesetzt aus Schwungrädern, Treibwellen, Zahnrädern, Kreisrädern, Schäften, Schnüren, Riemen, Zwischengeschirr und Vorgelege der verschiedensten Art, regelt die Bewegung, verwandelt, wo es nötig, ihre Form, z.B. aus einer perpendikulären in eine kreisförmige, verteilt und überträgt sie auf die Werkzeugmaschinerie. Beide Teile des Mechanismus sind nur vorhanden, um der Werkzeugmaschine die Bewegung mitzuteilen, wodurch sie den Arbeitsgegenstand anpackt und zweckgemäß verändert.“

Bei der Analyse des vorhandenen Instrumentariums und seiner Anwendungen auf die Lösung von Aufgaben wurde offensichtlich, dass die Teile des Systems Energiewandler sind (genauer gesagt – der energetischen Charakteristik), welche das Arbeitsorgan benötigt, um den Zweck des Systems (die Funktion) zu realisieren:

- Umwandler der ersten Art ändern die Energiequalität, d.h. deren Typ.
- Umwandler der zweiten Art ändern die Menge und raum-zeitliche Organisation (Intensität, Richtung, Anwendungsort) des Energieflusses.

Um zu verstehen, was jedes Teil des Systems (als Umwandler) darstellt, ist es also einfacher, ein Konzept wie **Element** zu verwenden, das ausgedrückt werden kann durch

1. Substanz,
2. Energie,
3. Information.

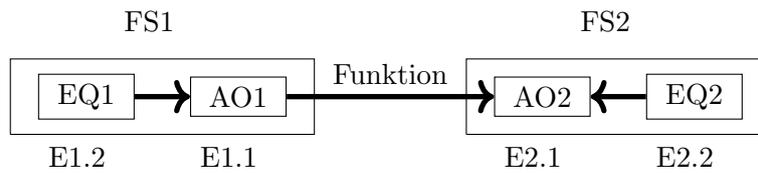
Von daher ist es offensichtlich, dass das **funktionale System bestimmt ist** durch das Vorhandensein eines Satzes von grundlegenden **Elementen** (mit eigener Struktur und innerer Funktionalität) und einer **externen Funktion**, d.h. der Fähigkeit, eine Änderung eines Merkmals der Elemente anderer Systeme zu bewirken: Zustände, Eigenschaften, Parameter.

Um die Arbeitsfähigkeit des Systems zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass dieses über ein ausführendes Element verfügt sowie die Fähigkeit, dass dieses Element Energie in ausreichendem Umfang und geforderter Form für die Realisierung der gegebenen Funktion erhält.

In den meisten Fällen muss das System mindestens zwei Elemente enthalten: Arbeitsorgan und Energiequelle. Bei Bedarf werden zusätzliche Energiewandler sowie ein Minimalsystem der Steuerung eingeführt, d.h. die Möglichkeit, die Energieversorgung zum Arbeitsorgan ein- und auszuschalten.

Und natürlich kann die Konstruktion nicht ohne das Vorhandensein eines „Produkts“ auskommen, das ebenfalls zu einem vollen FS ergänzt werden muss, analog durch Hinzufügen einer Energiequelle zu seinem ausführenden Element.

Beim Vorhandensein unbefriedigend ausgeführter Funktionen entsteht ein Konflikt, was bedeutet, dass es ein Konfliktmodell gibt und ein solches Modell kann als **Element-Funktions-Modell** oder **EFM.K** bezeichnet werden.



Variante der Darstellung eines EFM

Somit sind zwei Grundbausteine identifiziert, aus denen jedes funktionale System besteht: 1) Ein Element als Energieumformer und 2) eine Funktion.

Bei der Element-Funktions-Modellierung hinreichend großer Systeme, genauer gesagt von Systemen mit einer großen Anzahl von Elementen, werden erstens nur diejenigen Elemente berücksichtigt, die an den betrachteten Interaktionen beteiligt sind, und zweitens werden die Grenzen der Elemente sowie die Grenzen des Systems basierend auf den Aufgabenbedingungen und dem gesunden Menschenverstand festgelegt. Das heißt, wenn wir Komponenten verbessern, zum Beispiel eines Elektrogenerators, so können wir alle als einzelne Elemente mit dem erforderlichen Detaillierungsgrad betrachten. Aber wenn der Generator die elektrische Energiequelle des Systems ist, dann kann er als einzelnes EQ-Element dargestellt werden.

Das heißt, hier wirkt das Prinzip der Fraktalität, wenn jedes Element, bis zu einer gewissen Grenze, in seine Bestandteile zerlegt werden kann, deren Beziehungen untereinander auch funktionale Systeme darstellen.

Darüber hinaus kann man über verschiedene Arten solcher Modelle und Varianten ihrer Transformationen sprechen, die auf Regeln hinauslaufen. Das heißt: zuerst ist die Situation zu analysieren und ein Element-Funktions-Modell des Konflikts aufzubauen. Danach wird das Modell analysiert und durch Anwendung der Regeln erfolgt die Synthese neuer Modelle: Modelle in Richtung der Suche nach Lösungswegen (RSL).

EFM.K → EFM.RSL

Danach kommt die Synthese von Lösungen. Dafür sind aber schon heuristische Methoden, Analogien und bildliches Denken (Phantasie) anzuwenden, die zur Überwindung der finalen Barriere beitragen, welche Entscheidungsmodelle von ihren realen Inkarnationen trennen.

Die beliebteste heuristische Methode ist die Verwendung der Prinzipien. Aber wie kann man diese Prinzipien am effektivsten einsetzen?

Prinzipien

Die Aufgabe, eine Nadel im Heuhaufen zu finden, ist recht einfach. Aber es gibt auch schwierigere Aufgaben, die hier nicht betrachtet werden. Deshalb gliedert sich die Frage des Einsatzes der Prinzipien in zwei Teile:

1. In einfachen Aufgaben erhält man die Lösung direkt auf der Ebene der Regeln und es stellt sich die Frage „Wozu brauchen wir Prinzipien?“.
2. Bei schwierigen Aufgaben stellt sich eine etwas andere Frage: „Wie die Prinzipien anwenden?“ oder „Wie auf sie kommen?“

In der klassischen TRIZ gibt es zwei **Werkzeug-Analoge**, bei denen Prinzipien angewendet werden:

1. Um **physische Widersprüche** im Rahmen von ARIZ aufzulösen.
2. Als Ergebnis der Arbeit mit der Altschuller-Matrix, die den Zugriff auf Prinzipien über die Formulierung sogenannter **technischer Widersprüche** kodiert.

Kann man diese Varianten irgendwie für eine Transformation der **EFM.K** verwenden?

Eingangs definieren wir im Rahmen des Modells das Wesen des Problems und die Richtungen für seine Beseitigung. Die Spitze des Eisbergs ist eine **Funktion**, da diese die Rolle eines Indikators für die Aktivität von Elementen hat. Ein Konflikt ist vorhanden, wenn die Funktion unbefriedigend, schädlich oder nicht dort vorhanden ist, wo sie sein sollte.

Dies spricht dafür, dass es unbefriedigende Eigenschaften in den Elementen gibt, die an der Realisierung dieser Funktionen beteiligt sind und die für deren Ausführung sowohl von der Seite des „Werkzeugs“ als auch von der Seite des „Produkts“ verantwortlich sind.

Trotz der qualitativen Unerschöpflichkeit der Materie – „jedes Ding hat unzählige verschiedene Qualitäten. Nach der Untersuchung jeder endlichen Anzahl von Eigenschaften einer Sache können wir nicht sagen, dass diese Sache von uns bereits vollständig studiert wurde.“ [17, S. 70] – ist es möglich, sich auf eine endliche Anzahl von Merkmalen zu beschränken, welche für die Bedingungen einer bestimmten Aufgabe von Bedeutung sind und am meisten die zu realisierenden Funktionen beeinflussen. Das heißt, wenn diese Eigenschaften geändert werden, ändern sich auch die Funktionen in die gewünschte Richtung (werden normalisiert). Und genau für einen solchen formalen Ansatz können Prinzipien angewendet werden, die auf die Transformation von Elementen und ihrer Beziehungen zielen.

Die Anwendung von Prinzipien in der Anfangsetappe kann zu zwei Hauptergebnissen führen:

1. Der Konflikt ist beseitigt, es gibt keine unerwünschten Folgen – das Problem ist gelöst.
2. Das Prinzip beseitigt den anfänglichen Konflikt, es ergibt sich jedoch eine unerwünschte Änderung in der normalen Funktion der Elemente – eine unbefriedigende Funktion kann auftreten, die mit der korrigierten (normalisierten) verbunden ist. In diesem Fall können wir vom Auftreten eines **Widerspruchs der Bedingungen (WB)** sprechen – hier sind die Bedingungen mit der Anwendung oder Nichtbenutzung des Prinzips verbunden.

Wenn die Prinzipien nicht sofort greifen und der Konflikt nicht ohne Folgen gelöst werden konnte, dann heißt das, dass das Problem auf der betrachteten Systemebene nicht gelöst werden kann und es notwendig ist, entweder auf die Ebene des Obersystems oder auf die Mikroebene zu gehen, wo der **WB** als **Widerspruch der Anforderungen (WA)** umformuliert wird, zu dessen Lösung ebenfalls auf die Prinzipien zurückgegriffen werden kann.

***Erläuterung.** Die Begriffe **Widerspruch der Bedingungen (WB)** und **Widerspruch der Anforderungen (WA)**¹ werden als allgemeinere Begriffe für Widersprüche anstelle von **technischer Widerspruch (TW)** und **physischer Widerspruch (PW)** der klassischen TRIZ verwendet. Solche Bezeichnungen sind auch universeller und daher in verschiedenen*

¹Die Begriffe WB und WA wurden 2013 vom Autor eingeführt und erfolgreich in praktischen Übungen an der MOU TRIZ in St. Petersburg getestet.

Tätigkeitsbereichen (nicht nur im Ingenieurbereich) anwendbar, drücken aber auch das Wesen der Widersprüche dieser Typen aus: einschließlich der Konflikte zwischen Bedingungen und Anforderungen.

Vorteile und Super-Effekte

Die vorgestellte Variante der Konfliktmodellierung besitzt folgende hauptsächlichlichen Vorteile:

- Es werden Ressourcen systemischer und funktionaler Ansätze verwendet: deren Synthese und Instrumentalisierung wurde verwirklicht.
- Es werden psychologische Barrieren in der Etappe der Beschreibung der Modellbildungs-Regeln überwunden.
- Eindeutigkeit und Universalität der Begriffe sowie eine genauere Anwendung der Regeln zum Erstellen und Transformieren von Modellen – all das erlaubt es, komplizierte Konflikte aus beliebigen Tätigkeitsfeldern zu modellieren.
- Der Platz der Prinzipien wurde bestimmt und Möglichkeiten ihrer Konstruktion erweitert (siehe Präsentation).
- Es wurde ein wesentlicher Schritt in Richtung eines neuen Verständnisses des Wesens von Erfindungs-Werkzeugen und ihrer integrierten Verwendung gegangen.

Literatur

1. G. Altschuller, Ch. Gadzhiev, I. Flikstein. Введение в вепольный анализ (Einführung in die SF-Modellierung). – Baku, OLMİ, 1973.
2. G.S. Altschuller, B.L. Zlotin, A.V. Zusman, V.I. Filatov. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Теория и практика решения изобретательских задач. (Suche nach neuen Ideen: Vom Geistesblitz zur Technologie. Theorie und Praxis des Lösens von Erfindungsaufgaben). Kischinjaw. Kartja Moldovenjaske, 1989.
3. G.I. Ivanov. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. для учащихся ст. классов. (Formeln des Schöpfungstums, oder wie man Erfinden lernt. Lehrbuch für Schüler höherer Klassen). Moskau, Verlag Prosveschtschenie, 1994.
4. V.N. Glasunov. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. Методы анализа проблем и поиска решений в технике. (Der parametrische Zugang zum Lösen von Widersprüchen in der Technik. Problemanalysemethoden und Lösungssuche in der Technik). Moskau, Verlag Retschnoj Transport, 1990.
5. M.S. Rubin. Элепольный анализ как развитие вепольного и функционального анализа в ТРИЗ. (EleFeld-Analyse als Entwicklung der SF- und funktionalen Analyse in der TRIZ). TRIZ Developers Summit 2013.
URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2013/articles/>

6. V. Petrov, G. Voronov. Новый подход к вепольному (структурному) анализу. (Ein neuer Zugang zur SF-(Struktur)-Analyse). TRIZ Developers Summit 2013.
URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2013/articles/>
7. Sara Greenberg. Introducing substance-field, as a method for studying living systems. (Einführung der SF-Methode als Methode zum Studium lebender Systeme). TRIZ Developers Summit 2013.
URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2013/articles/>
8. Yu. Belski. Инструменты ТРИЗ для XXI века: современный вещественно-полевой анализ. (TRIZ-Instrumente für das 21. Jahrhundert: Moderne SF-Analyse). 2008.
URL: <https://refdb.ru/look/2055665.html>
9. B.I. Goldovski, M.I. Wainerman. Рациональное творчество. О направленном поиске новых технических решений. (Rationales Schöpfertum. Über die gezielte Suche neuer technischer Lösungen). Moskau, Verlag Retschnoj Transport, 1990.
10. V.A. Koroljov. Веполи: 20 лет спустя (2). (SF-Modelle: 20 Jahre später. Teil 2).
URL: <http://coroliiov.trizinform.org/works/ws6.html>
11. N.B. Feyngenson. Вепольной анализ и его аналоги – прагматические аспекты. (SF-Analyse und ihre Analogien – pragmatische Aspekte). TRIZ Developers Summit 2013.
URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2013/articles/>
12. S.A. Logvinov. Проблемы обновления системы стандартов и вепольного анализа. (Probleme der Systemerneuerung und SF-Analyse). TRIZ Developers Summit 2013.
URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2013/articles/>
13. V.A. Koroljov. Веполи: 20 лет спустя. (SF-Modelle: 20 Jahre später.)
URL: <http://coroliiov.trizinform.org/data/c82.htm>
14. G.S. Altschuller. Маленькие необъятные миры: стандарты на решение изобретательских задач. В сб. „Нить в лабиринте“. (Kleine unermessliche Welten: Standards der Lösung von Erfindungsaufgaben). Petrosawodsk, 1988. S. 165-230.
URL: <http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp>
15. Yu.P. Salamatov. Как стать изобретателем: пособие для учителя. (Wie wird man Erfinder. Handreichung für Lehrer). Moskau, Verlag Prosveschtschenie, 2006.
16. K. Marx. Kapital, Band 1, Kap. 13. MEW 23. Dietz Verlag, Berlin.
17. A.I. Uiomov. Вещи, свойства и отношения. (Dinge, Eigenschaften und Beziehungen). Moskau, Verlag der AdW, 1963.