

Der Mensch und das technische System

Nikolay Shpakovsky, Minsk

20. Januar 2003

Der russische Originaltext besteht aus zwei Teilen, die hier zusammengefasst sind

Teil 1: <http://www.gnrtr.ru/Generator.html?pi=201&cp=3>

Teil 2: <http://www.gnrtr.ru/Generator.html?pi=200&cp=3>

Ist der Mensch Teil des technischen Systems oder nicht?

... die letzten Worte des Buches des Propheten Lustrog lauten:
„Alle wahren Gläubigen öffnen ihre Eier
an dem Ende, an dem es bequemer ist“.
Jonathan Swift, Gulliver's Reisen.

Einleitung

Die Theorie des Lösen von Erfindungsaufgaben (TRIZ), vom talentierten Ingenieur, Erfinder und genialen Ausdenker G.S. Altshuller entwickelt, ist weit bekannt und zur heutigen Zeit zweifellos das wirksamste Werkzeug zur Lösung von Ingenieuraufgaben. Eine große Zahl von Materialien ist dazu in Russisch und Englisch veröffentlicht worden, in denen das Wesen der Theorie für eine erste Einführung ausreichend umfassend dargestellt wird. Die beste russischsprachige Ressource ist die Website des Minsker OTSM-TRIZ-Zentrums¹, die bestes Englischsprachige der Amerikanische TRIZ-Journal². Wenn man TRIZ aus Büchern und Artikel studiert hat, kann man leicht andere unterrichten – das Material ist so reichhaltig und faszinierend, dass das Interesse an einer Beschäftigung mit dem Stoff gewährleistet ist.

Für ein tieferes Verständnis der TRIZ ist jedoch eine sorgfältige Abwägung des vorgestellten Materials erforderlich, vor allem der Konzepte und Begriffe der TRIZ. Vieles in TRIZ ist als Material zur Anregung zum weiteren Nachdenken beschrieben und nicht als Menge von Informationen zum einfachen Auswendiglernen.

Als ich für SAMSUNG als TRIZ-Berater arbeitete, musste ich alles, was ich bisher über die TRIZ wusste, von neuem und ernsthaft überdenken. Bei der Lösung technischer Aufgaben, der Umgehung von Patenten konkurrierender Unternehmen und der Erarbeitung von Prognosen der Entwicklung technischer Systeme war es sehr wichtig, den tieferliegenden Inhalt jedes Begriffs der TRIZ genauer zu verstehen, um die TRIZ-Instrumente mit maximaler Effektivität anzuwenden.

¹<http://www.trizminsk.org>

²<http://www.triz-journal.com>

Eines der grundlegenden Konzepte in der TRIZ und eines der wichtigsten Bindeglieder aller seiner Instrumente ohne Ausnahme ist der Begriff „Technisches System“. Dieser Begriff wird in der klassischen TRIZ ohne Definition eingeführt, als Ableitung des Begriffs „System“. Aber bei näherer Betrachtung wird klar, dass dieser Begriff – „Technisches System“ – eine weitere Konkretisierung erfordert. Zu Gunsten einer solchen Behauptung spricht zum Beispiel der semantische Aspekt. Der Begriff „technisches System“ wird auf zwei Arten vom Russischen ins Englische übersetzt: „Technical System“ und „Engineering System“. Mit einer beliebigen Suchmaschine im Internet kann man sich leicht überzeugen, dass diese beiden Konzepte von Fachleuten, die in der TRIZ aktiv sind, fast gleichwertig verstanden werden. Oder nehmen Sie zum Beispiel das Glossar von Victor Fey³, in dem einfach keines der beiden Konzepte erläutert wird.

In diesem Artikel habe ich versucht, mein Verständnis des Begriffs „technisches System“ zu beschreiben, das sich schrittweise entwickelt hat, wenn ich zur Lösung einer konkreten Aufgabe die vollständige Zusammensetzung eines minimalen technisch arbeitsfähigen Systems herausfinden musste.

Ein Versuch, den Begriff „technisches System“ zu analysieren

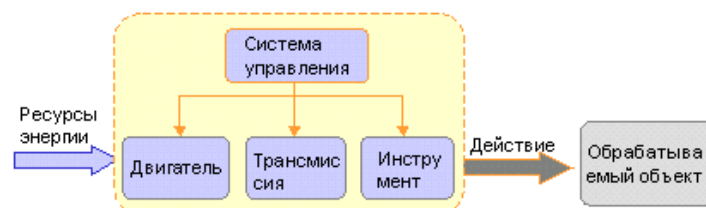
Lasst uns zunächst einmal überlegen, was ein System überhaupt ist. Es gibt viele verschiedene Systemdefinitionen. Die einprägsamste, abstrakteste, und damit absolut erschöpfende Definition, die aber von geringem praktischen Nutzen ist, hat B. Gaines [1] gegeben: „**Ein System ist das, was wir als ein System definieren**“. In der Praxis wird die Systemdefinition von A. Bogdanov am häufigsten verwendet [2]: „**Ein System ist eine Menge miteinander verbundener Elemente mit einer gemeinsamen (System-)Eigenschaft, die nicht auf Eigenschaften dieser Elemente reduzierbar ist**“.

Was aber ist ein „Technisches System“?

Leider ist das Konzept des „Technischen Systems“ bei G. Altschuller nicht direkt definiert. Aus dem Kontext wird klar, dass es sich um eine Art System handelt, das mit Technik technischen Objekten zu tun hat. Als indirekte Definition eines technischen Systems (TS) können drei von Altschuller formulierte Gesetze oder vielmehr drei Bedingungen dienen, die für deren Existenz erfüllt sein müssen [3]:

1. Das Gesetz der Vollständigkeit der Teile des Systems.
2. Das Gesetz der „Energieleitfähigkeit“ des Systems.
3. Das Gesetz der Abstimmung der Rhythmik der Teile des Systems.

Nach dem Gesetz der Vollständigkeit der Teile des Systems umfasst jedes TS mindestens vier Teile: Antrieb, Transmission, Arbeitskörper und Steuerungssystem.



³<http://www.triz-journal.com/archives/2001/03/a/index.htm>

Minimale Struktur eines funktionsfähigen technischen Systems nach G. Altschuller.

Das heißt, es gibt ein System, eine Maschine, die aus technischen Objekten, Untersystemen besteht, das die geforderte Funktion erfüllen kann. Es umfasst wenigstens das Arbeitsorgan, die Transmission und den Antrieb. Alles, was den Betrieb dieser Maschine steuert, wird im „Steuerungssystem“ oder dem unverständlichen „kybernetischen Teil“ [4] zusammengefasst.

Wichtig ist hier das Verständnis, dass das TS geschaffen wurde, um eine bestimmte Funktion auszuführen. Wahrscheinlich sollte das so verstanden werden, dass ein minimal funktionsfähiges TS diese Funktion zu jeder Zeit ausführen kann, ohne zusätzliche Ergänzungen. Ansätze zur Definition eines technischen Systems werden in dem Buch „Suche nach neuen Ideen“ [5] vorgestellt, wo eine Definition eines „sich entwickelnden technischen Systems“ gegeben wird. Diese Frage wird von V. Korolev in seinen interessanten Studien [6,7] aufgegriffen. Einige kritische Anmerkungen dazu sind in den Materialien von N. Matvienko [8] zu finden. Die Definition des Begriffs „technisches System“ selbst bezogen auf die TRIZ wird in dem Buch [9] von Yu. Salamatov beschrieben:

Ein technisches System ist eine Menge geordnet interagierender Elemente mit Eigenschaften, die nicht auf die Eigenschaften einzelner Elemente zurückzuführen sind, und die dazu bestimmt ist, bestimmte nützliche Funktionen zu erfüllen.

In der Tat hat der Mensch irgendwelche Bedürfnisse, zu deren Befriedigung irgendeine Funktion ausgeführt werden muss. Das heißt, man muss irgendwie ein System organisieren, das diese Funktion ausführt – das „Technische System“ – und das Bedürfnis zu befriedigen.

Was verwundert an der obigen Definition des technischen Systems? Die nicht ganz klare Wendung „ist bestimmt für“. Wahrscheinlich sind hier nicht die Wünsche von irgendjemandem wichtiger, sondern die objektive Fähigkeit, die geforderte Funktion zu erfüllen.

Wozu dient zum Beispiel ein Metallzylinder mit einer axialen Bohrung mit variablem Durchmesser und Gewinde an einem Ende?

Es ist praktisch unmöglich, diese Frage zu beantworten. Die Diskussion verschiebt sich sofort auf die Ebene der Frage „wo könnte man das anwenden?“.

Aber kann man, wenn man diese Definition benutzt, sagen: das ist noch kein Technisches System, aber von diesem Moment an – nun ist es ein Technisches System? Es heißt dazu wie folgt: „... ein TS erscheint, sobald ein technisches Objekt die Fähigkeit erlangt, die Nützliche Hauptfunktion ohne den Menschen auszuführen“. Und weiter heißt es, dass einer der Tendenzen der Entwicklung TS die Entfernung des Menschen aus dem TS ist. Das heißt, auf irgendeiner Etappe der Entwicklung des TS ist der Mensch Teil davon. Oder nicht? Nicht verständlich ...

Wahrscheinlich werden wir nichts verstehen, wenn wir auf die folgende Frage keine Antwort finden: Ist der Mensch Teil des technischen Systems oder nicht?

Wenn ich bekannte TRIZniks befrage, erhalte ich eine ziemlich breite Palette von Antworten: von einem entschiedenen „Nein“, unterstützt durch Hinweise auf Koryphäen, bis zu einem zögerlichen „Ja, wahrscheinlich“.

Die originellste der Antworten: Wenn sich ein Auto gleichmäßig und geradlinig bewegt, dann ist der Mensch nicht Teil dieses technischen Systems, aber sobald das Auto beginnt, um eine Kurve zu fahren, so wird der Mensch sofort sein notwendiger und nützlicher Teil.

Was haben wir dazu in der Literatur? Salamatov [9, Abschnitt 4.3] gibt ein Beispiel, in welchem ein Mann mit der Hacke kein TS ist. Zumal die Hacke selbst auch kein Technisches System ist. Aber Pfeil und Bogen sind ein TS.

Aber was ist der Unterschied zwischen einer Hacke und einem Bogen? Der Bogen hat einen Energiespeicher - die Bogensehne und eine flexible Stange, bei einer guten Hacke biegt sich der Stiel ebenfalls beim Schwingen, was beim Abwärtsbewegen die Stoßkraft erhöht. Sie biegt sich nur ein wenig, aber uns geht es ums Prinzip. Mit dem Bogen wird in zwei Phasen gearbeitet: Zuerst spannen, dann loslassen – mit einer Hacke auch. Warum dann so eine Ungerechtigkeit? Versuchen wir es herauszufinden.

Ist ein angespitzter Holzstab ein technisches System? Es sieht nicht danach aus. Ein Kugelschreiber? Wahrscheinlich ein TS, und ein ziemlich kompliziertes. Und ein Drucker? Zweifelsohne ein TS.

Und einen Bleistift? Wer weiß ...? Wohl so: sowohl als auch. Vielleicht sollten wir ihn “Einfaches Technisches System“ nennen? Ein Schreibgriffel aus Blei oder Silber? Eine Frage ... Kein einfaches Holzstück mehr, es ist immerhin aus einem edlen Metall, aber bis zum Kugelschreiber ist es noch weit.

Ein moderner Kapillarschreiber, ein Bleistift, ein angespitzter Stab und der Schreibkopf eines Druckers, was haben sie gemeinsam? Eine gewisse nützliche Funktion, die sie im Prinzip ausführen können: „eine Spur auf einer Oberfläche hinterlassen“.

„Der langlebige Timoschka läuft auf einem schmalen Pfad. Seine Fußabdrücke sind Ihre Werke“. Erinnern Sie sich an dieses Rätsel? Gemeint ist ein Bleistift. Aber auch ein Stock, ein Schreibgriffel aus Blei oder Silber, ein Stift, Marker, Drucker, eine Druckerpresse. Was für eine Auswahl! Und die Reihung ist logisch ...

Wirklich, es stellt sich wieder eine Frage.

Wenn alle diese Objekte die gleiche Funktion erfüllen können, dann sind das alles – Technische Systeme. Und man muss Sie nicht in komplizierte und primitive unterteilen. Wenn Objekte die gleichen Funktionen erfüllen, dann dienen sie nur demselben Zweck, sondern auch die Hierarchieebene muss dieselbe sein.

Oder umgekehrt, es sind alles keine TS. Nun, was ist das auch für ein Technisches System – ein angespitzter Stock? Wo ist der Antrieb oder die Transmission? Aber dann kommt heraus, dass der Drucker auch kein TS ist.

Lassen Sie uns formal vorgehen.

Jedes Technische System muss irgendeine nützliche Funktion erfüllen. Kann ein angespitzter Stock seine Funktion erfüllen? Nein. Und der Drucker?

Lassen Sie uns einen einfachen Versuch machen. Wir legen den Stift auf den Tisch. Oder, der Einfachheit halber auf Papier. Und nun warten wir einfach, bis er anfängt, seine nützliche Hauptfunktion zu erfüllen. Macht er nicht. Und macht es so lange nicht, bis der Mensch, der Operator, ihn nicht in die Hand nimmt und damit das Blatt Papier berührt, und „... die Gedichte fließen frei aus der Feder“.

Und der Drucker? Beginnt er mit dem Drucken, bevor nicht der Benutzer den Befehl an den

Computer gegeben hat, und dieser den Befehl nicht seinerseits an den Drucker weitergeleitet hat? Also, ohne das Drücken einer Taste, eines Sprachbefehls oder, perspektivisch, eines Gedankenbefehls wird die Aktion nicht stattfinden.

Damit ergibt sich folgendes. Stift, Hacke, Drucker, Fahrrad sind keine TS. Genauer, keine vollständigen TS. Es sind nur „Systeme technischer Objekte“. Ohne Menschen als Operator können sie nicht arbeiten, d.h. können sie ihre Funktion nicht erfüllen. Natürlich, im Prinzip können sie es, aber in der Realität ... Auf die gleiche Weise können vier Räder, Karosserie und Motorhaube nichts irgendwohin transportieren ... Nicht einmal ein voll ausgestatteter Neuwagen, vollgetankt, mit Schlüssel im Zündschloss ist ein technisches System, sondern einfach ein „System technischer Objekte“. Wenn sich der Operator – in gewöhnlicher Sprache auch Chauffeur genannt – auf seinen Platz setzt und das Lenkrad erfasst, sofort wird das Auto zu einem Technischen System. Und all die anderen technische Objekte und Systeme werden vollständige TS und funktionieren nur und ausschließlich mit einem Menschen, einem Operator.

Der Operator kann innerhalb des „Systems technischer Objekte“ sitzen. Er kann daneben stehen, entfernter oder näher. Kann überhaupt nur die Aktion des Technischen System programmieren, es einschalten und weggehen. Aber in jedem Fall muss der Betreiber sich an der Verwaltung des TS beteiligen.

Und es ist nicht nötig, ein Raumschiff und eine Hacke einander entgegenzustellen. Wie das erste so ist auch die zweite ein größerer oder kleinerer Teil eines TS, das für die normale Ausführung der nützlichen Hauptfunktion durch einen oder mehrere Betreiber ergänzt werden muss.

Erinnern wir uns an das Gesetz der Vollständigkeit der Teile eines Systems, das von G.S. Altschuller formuliert wurde. Ein TS entsteht dann, wenn alle vier Teile davon vorhanden sind (Abb. 1), wobei jedes von ihnen minimal arbeitsfähig sein sollte. Wenn auch nur ein Teil fehlt, handelt es sich nicht um ein Technisches System. Genauso ist es kein TS, wenn einer der vier Teile nicht funktionsfähig ist. Wir erhalten damit, dass ein Technisches System vorliegt, wenn es vollständig bereit ist für die sofortige Ausführung seiner nützlichen Hauptfunktion ohne zusätzlichen Komplettierung. Wie ein Schiff, das bereit ist zum Auslaufen. Alles betankt, beladen und die gesamte Besatzung auf ihren Plätzen.

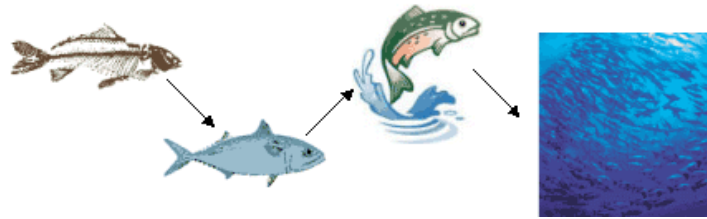
Ohne Menschen ist das Kontrollsystem nicht etwas, das „minimal funktionsfähig“ ist, sondern im Prinzip nicht funktionsfähig, weil nicht komplett. Das Gesetz der Vollständigkeit der Teile des Systems ist nicht erfüllt. Und das Gesetz der Energiedurchleitung ist nicht erfüllt. Geht ein Signal an das Steuersystem und – Stopp. Kein umgekehrter Energiefluss.

Und was machen wir mit den „Technischen Systemen“, die glücklich ihre nützliche Funktion erfüllen, aber überhaupt keine technischen Objekte enthalten? Etwa der Elektriker, der eine Glühbirne auswechselt ...?

Es scheint, dass es eine besondere Hierarchieebene gibt, auf der sich die Menge der Objekte, Elemente in ein Technisches System verwandelt. Das ist die Ebene des Autos mit Fahrer, der Videokameras mit Kameramann, des Stifts mit Schriftsteller, einer automatisierten Produktionsanlage mit Operatoren, die diese in Betrieb nehmen und warten etc. Das ist also die Ebene, auf der ein System gebildet wird: eine Menge natürlicher und technischer Objekte, der menschliche Operator und seiner Handlungen, dass irgendeine für den Menschen unmittelbar nützliche Funktion ausführt.

Es ist interessant zu sehen, wie die Hierarchie der biologischen Objekte und Systeme struktu-

riert ist. Moleküle, Zellen, Elemente, Teile von Organismen bilden die Ebenen der Teilsysteme. Ein „Teilsystem“ ist ein separater Teil des Organismus, wie das Skelett eines Elefanten, ein Mückenrüssel oder eine Meisenfeder. Die Summe solcher Subsysteme, sogar ihr gesamtes Spektrum, ein aus ihnen zusammengesetzter ganze Körper, kann keine nützlichen Funktionen vollbringen. Wir müssen diesem „Set“ noch etwas hinzufügen, den „Funken Gottes“ einhauchen, um einen lebenden, funktionierenden Organismus zu erhalten.



Lebende Organismen, Individuen, können sich in einem Obersystem vereinen. „Obersystem“ ist eine mehr oder weniger organisierte Gruppe von Tieren oder Pflanzen, zum Beispiel, ein Bienenstock. Aber ein scharfer qualitativen Sprung geschieht hier schon nicht mehr.

In Analogie zu biologischen Systemen kann man den Begriff „Technisches System“ als eine besondere Hierarchieebene interpretieren, auf der das System die Möglichkeit erhält, unabhängig zu handeln, d.h. die Ebene eines lebenden Organismus.

Mit anderen Worten, das „Technische System“ entspricht in der Technik dem Niveau des Organismus in der Natur. In einer Patentanmeldung wird das als „Maschine arbeitet“ bezeichnet. Das heißt, „das System der technischen Objekte“ plus ein menschlicher Operator. Zum Beispiel, ein ??⁴ ist kein TS, sondern einfach ein System, ein Satz technischer Objekte. Und der Mann, der mit dem ?? auf die Nuss klopft, das ist ein TS mit einer nützlichen Funktion: die Nüsse von den Schalen zu reinigen. Genauso ist ein Mann mit einer Hacke ein TS, ein Traktor mit einem Pflug aber nicht. Paradox ...

„Mensch“ – was ist das in Bezug auf das Technische System? Was daran ist schwierig zu verstehen?

Wahrscheinlich wird die Verwirrung durch die Formulierung der Frage selbst verursacht. Psychologisch ist es schwer, einen Menschen und eine Bremsbacke auf die gleiche Stufe zu stellen. Es besteht kein Zweifel daran, dass der Mensch als Teil der Technosphäre die direkteste Beziehung zu jedem beliebigen TS hat und kann zu diesem in den folgenden Rollen stehen:
Im Obersystem:

1. als Benutzer.
2. als Entwickler.
3. als Hersteller der technischen Objekte des Systems.
4. als Person, welche die technische Wartung, Reparatur und das Recycling der technischen Objekte des Systems absichert.

Im System:

1. als Operator, dem Hauptelement des Steuerungssystems.

⁴Hier steht капюпapop – Vergaser, aber das ergibt keinen Sinn. HGG

2. als Energiequelle.
3. als Antrieb.
4. als Transmission.
5. als Arbeitsorgan.
6. als bearbeitetes Objekt.

In der Umwelt:

1. als Element der Umwelt.

Der Anwender ist zweifelsohne die Hauptperson. Er ist derjenige, der für die Erstellung des TS bezahlt, nach seinem Willen setzen sich die Entwickler und Hersteller an die Arbeit. Er bezahlt die Arbeit des Operators, die technische Wartung, Reparatur und das Recycling der technischen Objekte des Systems.

Die zweite Personengruppe sorgt für das Funktionieren des TS bei der Arbeit, erfährt dessen Aktionen an sich selbst.

Die dritte Gruppe unterstützt oder behindert diesen Prozess indirekt, oder beobachtet ihn einfach und ist den Nebenwirkungen ausgesetzt, die bei der Arbeit des TS entstehen.

Eine Person kann mehrere Rollen gleichzeitig ausüben. Zum Beispiel als Fahrer des eigenen Autos oder als Person, die einen Inhalator benutzt. Oder als Radfahrer. Jener ist Element fast aller Systeme des Fahrrads mit Ausnahme des Arbeitsorgans (Sitz) und der Transmission (Räder und Fahrradrahmen).

Trotzdem, es stellt sich heraus, dass der Mensch ein obligatorischer Teil eines Technischen Systems ist.

Man sollte meinen, was macht das für einen Unterschied. Denn wenn es um die Sache geht, um das Lösen realer Ingenieur-Aufgaben, dann wird der Mensch schnell aus dem Problem ausgeklammert und es wird auf der Ebene des Subsystems gearbeitet. Ja, aber nur dort, wo Harmonisierung und Energiedurchsatz zwischen Subsystemen erfolgt, die in keiner Weise mit dem Operator verbunden sind. Sobald wir uns dem Kontrollsystem nähern, steht das Problem der Interaktion zwischen Mensch und technischen Objekten in voller Größe.

Nehmen Sie zum Beispiel das Auto. Das Auto hat sein heutiges Aussehen bereits in den späten 1970er Jahren erhalten, als die Airbags erfunden wurden und zuverlässige Automatikgetriebe. Die meisten Neuerungen seit dieser Zeit. zielen nur darauf ab, Steuerung, Sicherheit und Komfort von Wartung und Reparatur zu verbessern, d.h. auf die Interaktion des Menschen als Hauptteil des TS mit den anderen Teilen.

Der Lastwagen der 40-50er Jahre hatte ein Lenkrad mit einem Durchmesser von 80 cm. Der Fahrer muss sehr stark zu sein, um ein solches Fahrzeug zu fahren. Und in der Luftfahrt ... das Riesenflugzeug aus den 30er Jahren „Maxim Gorki“. Um ein Manöver auszuführen, mussten der erste und zweite Piloten zusammenziehen am Steuerknüppel ziehen. Manchmal riefen sie noch den Navigator und den Rest der Besatzung zur Hilfe. Heute kann ein Operator mit Verstärkern viel stärker beladene Mechanismen steuern. Es scheint, das Problem ist gelöst. Ah nein, man vergisst oft wieder den Menschen ... Die Sache ist so, dass die Verstärker es dem Operator nicht immer erlauben, das Verhalten des gesteuerten Mechanismus vollständig zu spüren. Manchmal führt das zu Havarien.

Zum Beispiel das Problem der Verkehrssicherheit eines Autos oder das noch „eintönigere“ Problem der Steuerung einer Lokomotive. Hier ist es sehr wichtig, dass der Operator immer in einem wachen, handlungsfähigen Zustand ist. Auch dieses Problem wird im Obersystem gelöst – die Ursachen für das Einschlafen am Steuer werden beseitigt, eine medizinische Überwachung wird durchgeführt, die Verantwortung des Fahrers als Operator steigt. Aber immer öfter wird das direkt im Technischen System geregelt. Direkt im Cockpit. Wenn der Maschinist nicht rechtzeitig eine Signallampe ausschaltet, wird der Motor abgeschaltet und der Zug hält an. Oder im Auto: es fährt erst, wenn man sich angeschnallt hat. D.h. es gibt Rückkopplungen wie zwischen allen anderen Elementen des TS auch.

Vielleicht ist einer der Gründe dafür, warum diese Richtung der Verbesserung technischer Systeme erst in den letzten Jahren begonnen hat, sich aktiv zu entwickeln, das Unverständnis über den Platz des Menschen in dieser Struktur. Oder, besser gesagt, nicht so sehr Unverständnis ... Allgemein gerät der Entwickler in eine komplizierte psychologische Situation. Ein Mensch, der neue Dinge entwickelt, fühlt sich zu Recht als Schöpfer. Er kann nicht bis zu Ende fühlen, dass ein genau solcher Mensch auch Operator, Antrieb oder Arbeitsorgan als Teil des Mechanismus, der Maschine, des Technischen Systems sein kann. Das wird noch nicht deutlich, wenn es sich um ein weit verbreitetes TS handelt, das eng mit Menschen interagiert, wie ein Auto. Hier kann der Mensch gleichzeitig Entwickler, Betreiber und Benutzer sein.

Genau wie mit dem Computer. Es ist schwierig, mit den meisten Computerprogrammen zu arbeiten, selbst jetzt, wo die Entwickler die einfache Wahrheit verstanden haben, dass mit dem Programm ein menschlicher Operator arbeitet, dem das Ergebnis und nicht der innere Aufbau des Programms interessiert. Jetzt gibt es solche Begriffe wie „benutzerfreundliche Schnittstelle“. Aber früher ... Warum weit gehen, denken Sie an ein „Lexikon“.

Und andere TS, die auf den ersten Blick weit entfernt von Menschen operieren Sie gibt es haufenweise. Oft kommt einem dabei gar nicht in den Sinn, dass der Mensch auch Teil solcher Technischer Systeme ist. Aber es ist doch so, dass bei der Entwicklung jedes von ihnen das Zusammenwirken der Elemente, aus denen es aufgebaut ist, unter Berücksichtigung der Möglichkeiten des menschlichen Körpers und Verstands zu analysieren war. Manchmal ist das nicht erfüllt.

Mehr noch, oft werden viele der heute bekannten natürlichen Faktoren ignoriert, die das Wohlbefinden des Menschen die Klarheit seiner Bewegungen und seine Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen. Und wie ist es mit neu entdeckten psychologischen Faktoren, wie dem „Kassandra-Effekt“ [10]?

Und es erhebt sich als furchterregender Pilz Tschernobyl, Flugzeuge stürzen ab und Schiffe kollidieren.

Und was brauchen Sie außer einem Operator noch für ein betriebsbereites technisches System?

Der vollständige Bestand eines minimal funktionsfähiges technisches System.

Es gibt eine Reihe von technischen Objekten, die in das System integriert sind, sowie den menschlichen Operator. Reicht das aus, damit das Technische System seine nützliche Funktion erfüllt und das Bedürfnis des Benutzers befriedigt, oder braucht es mehr?

Erinnern wir uns an das berühmte TRIZ-Beispiel, das im Buch von G. Ivanov [11] angeführt

wird. Es geht um den russischen Wissenschaftler Kapitza, der ein Werk von Simmens und Schuckert besucht, das Generatoren produziert. Die Herren des Werks zeigten ihm einen Generator, der nicht arbeiten wollte und boten 1 000 Mark für dessen Reparatur an. Kapitza hat schnell bemerkt, dass die zentrale Lagerung schief und verklemmt war, griff zum Hammer und schlug auf den Lagerkörper ein – der Generator läuft.

Die verwirrten Auftraggeber baten um eine Rechnung für die geleistete Arbeit. Kapitza schrieb: *1 Schlag mit dem Hammer – 1 Mark, für das Wissen, wohin man schlagen muss – 999 Mark.*

Und hier ist ein weiteres Beispiel von Fenimore Cooper [12].

Die Helden der Geschichte rannten vor den Verfolgern davon, die Indianer stellten sie im Dickicht hohen trockenen Grases und zündeten dieses an. Die Feuerwand bewegt sich, was tun? Der alte Jäger geriet nicht in Panik und steckte das Gras in der Nähe ihres Standorts in Brand. Die Feuerwand bewegte sich auf die andere Feuerwand zu und verbrannte den Brennstoff für das andere Feuer. Das Feuer ging aus, die Flüchtigen konnten sich retten.

Was ist das Technische System in dem einen und in dem anderen Fall?

Im ersten Beispiel. Der Nutzer möchte den Generator starten. Die nützliche Funktion ist die Ausrichtung des Lagers. Der Operator ist Kapitza, das System technischer Objekte - ein Hammer.

Es ergibt sich, dass das Technische System Kapitza mit einem Hammer ist.

Im zweiten Beispiel. Das Bedürfnis des Nutzer ist es, das Feuer zu stoppen. Die nützliche Funktion besteht darin, das Gras zu vernichten (als Brennstoff für das entgegenkommende Feuer). Operator - der alte Jäger, das System technischer Objekte - Feuerstein und die Flamme.

Das Technische System ist der Jäger mit Feuerstein und Flamme.

Was geht hier also vor sich? Eine vernachlässigbar kleine Handlung eines Menschen als Operator mit Hilfe primitiver technischer Mittel resultierten in einem so großartigen Ergebnis im ersten wie im zweiten Fall! Ist das wirklich alles? Ist das wirklich der vollständige Bestand der technischen Systeme, die es im ersten Fall ermöglichten, einen riesigen Generator in Betrieb zu setzen, und im zweiten, die Feuerwand zu stoppen?

Nein, das ist nicht so.

Das Wichtigste – das, was in der vorangegangenen Argumentation völlig übersehen wurde – ist die Informationskomponente.

In der Tat, man kann morgens bis abends ergebnislos mit einem Hammer auf dem Generator herumschlagen. Und Kapitza hat nicht irgendwie geschlagen, sondern auf eine streng definierte Weise. Und darin. In seinem Fall bestand die Informationsunterstützung für seine Aktionen aus zwei Teilen: „die Fähigkeit, mit dem Hammer zu klopfen“ und das Wissen, das Verständnis, „wo genau“ man zuschlagen muss.

Genauso hätte man das Gras ohne jeden Verstand auf viele Weisen in Brand setzen können, und die meisten dieser Optionen würden für den Brandstifter selbst schlecht ausgehen.

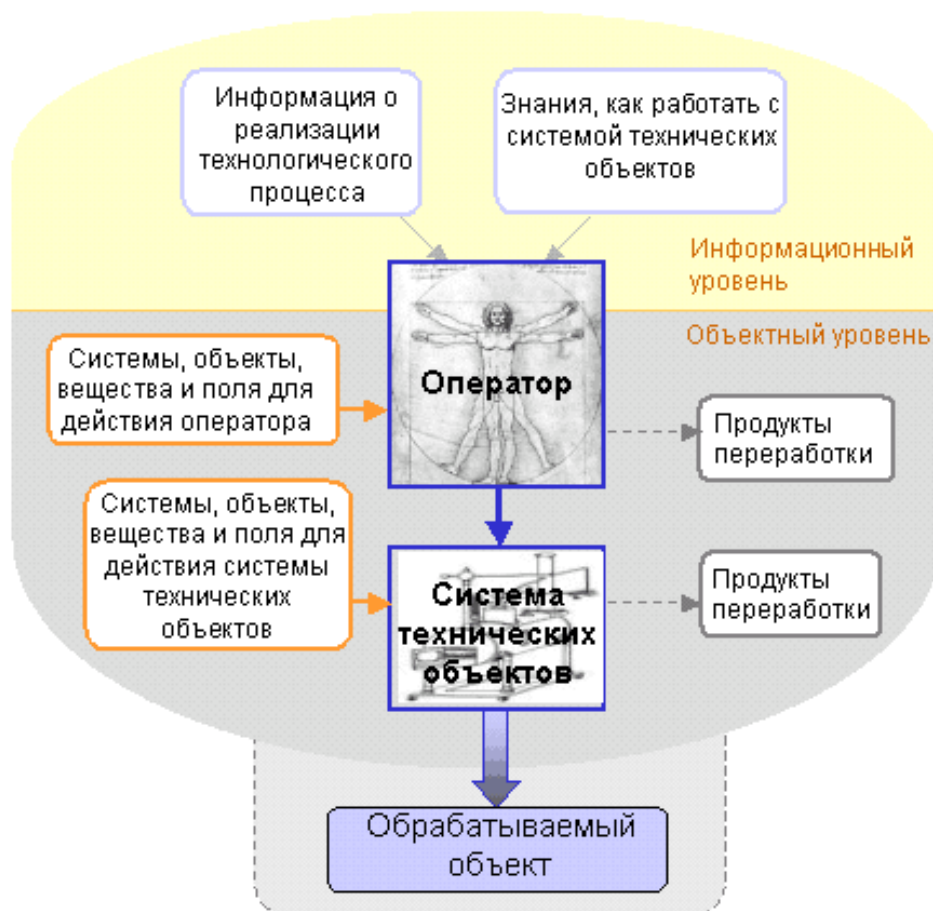
Wenn wir das zweite Beispiel weiter analysieren, so wird deutlich, dass trockenes Gras in Brand zu setzen Sinn macht, wenn der Jäger nicht nur weiß, dass der Wind das Feuer dem anderen Feuer entgegen jagt, sondern dieser Wind aus der richtigen Richtung auch verfügbar ist.

Daher ist sehr wichtig zu wissen, „wie man es macht“, wie die nützliche Funktion ausführen, unter Verwendung technischer Objekte und verfügbarer Stoff-Feld-Ressourcen, die für die Dauer der Arbeit ebenfalls Teil des TS werden.

Für die Vervollständigung zu einem vollen minimal arbeitsfähigen TS ist es notwendig, die folgenden informationellen und materiellen Bestandteile zu berücksichtigen:

1. Den technologischen Prozess der Ausführung der nützlichen Funktion.
2. Die materiellen technischen und natürlichen Objekte und Systeme auf verschiedenen Hierarchieebenen.
3. Einen oder mehrere Operatoren, die eine Reihe von Fertigkeiten zur Steuerung materieller Objekte und Systeme haben.
4. Stoffe und Felder, die zum Betrieb der materiellen Objekte und Systeme erforderlich sind, sowie deren Arbeitsprodukte.
5. Stoffe und Felder, die für das Funktionieren des Operators erforderlich sind, und deren Arbeitsprodukte.
6. Das bearbeitete Objekt (in einzelnen Fällen).

Vollständige Zusammensetzung eines Technischen Systems:⁵



⁵Die Abbildung muss noch ins Deutsche übertragen werden – HGG.

Erst in dieser Struktur erhält das TS die Möglichkeit, überall und an jedem Ort völlig autonom zu arbeiten. Auch in der Schwerelosigkeit und im luftleeren Raum.

Dieser Ansatz – die Ausstattung des TS mit allem, was für seine nützliche Funktion erforderlich ist – entwertet den traditionellen, sehr bequemen Ansatz nicht, alles zur Erfüllung einer Funktion Notwendige in ein System einzusammeln und dieses zu transformieren, indem es gedanklich vom Obersystem getrennt wird. Jede Arbeit ist einfacher auszuführen, wenn man vorher alle notwendigen Materialien, Werkzeuge und Zeichnungen vorbereitet, diese auf bequeme Art und Weise bereitlegt, um später nicht in der „Werkstatt“ (dem Obersystem) herumzuwühlen, wenn man sich daran erinnert, was für die Arbeitsfähigkeit unseres TS noch benötigt wird.

Das heißt, das Technische System ist das Obersystem des Systems technischer (materieller) Objekte.

Dieses Verständnis eines TS korrespondiert mit der Beschreibung, die N. Matvienko [8] gibt:

“Jedes Technische System ist eine Gesamtheit materieller, energetischer und informationeller Elemente (mit anderen Worten – materieller Teile und Details, energetischer Ressourcen für deren Funktionieren und einer Sammlung von Vorschriften, Anweisungen, Befehlen, Signalen, welche die Abfolge sowie Art und Weise der Interaktion materieller Elemente mit den umgebenden Systemen und zwischen sich selbst bestimmen)“.

In diesem Ansatz ist der menschliche Operator der Mittelpunkt, die Basis des Technischen Systems.

Dabei kann ein von Menschen organisiertes „Technisches System“ die Verwendung von materiellen technischen oder natürlichen Objekten umfassen – zum Beispiel Akupunktur oder Gütertransport –, oder ganz ohne sie auskommen – die Rede eines Anwalts vor Gericht oder ein Tanz. Das macht manchmal keinen großen Unterschied. Als Beispiel für diese Behauptung kann der Anwalt dienen, der im Gerichtssaal mit einem Mikrofon oder ohne dieses spricht.

Und, wenn man es genauer betrachtet, ist der Mensch selbst ein multifunktionales Technisches System. Die Natur des Menschen ist eine zweifache Einheit – er hat die Fähigkeit zu denken, seine Handlungen zu modellieren, Entscheidungen zu treffen. Und zu handeln, indem er seinen Körper für irgendeine Art von Arbeit einsetzt. Genau hier kommen die informationellen und materiellen Bestandteile des Menschen zu einer Einheit zusammen.

Der Mensch als Operator hat alle wesentlichen Teile eines TS und kann, die informationelle und materielle Absicherung vorausgesetzt, irgendwelche Funktionen erfüllen, indem er diese mit den Fähigkeiten seines Körpers abgleicht. Wenn diese Möglichkeiten ausgeschöpft sind, ist es möglich, den Körper mit materiellen Objekten zu ergänzen, sie in Systeme zu integrieren und so die Möglichkeiten des Menschen zu erweitern. Es beginnt der normale Prozess der Entfaltung eines Technischen Systems. Stein, Stock, Schaufel, Bagger ... Der Mensch wird immer stärker, kann ein immer größeres Arbeitsvolumen bewältigen.

Was ist mit Trimmen⁶? Schließlich scheint man den Menschen nicht „trimmen“ zu können. Ja, wenn man vom Trimmen von Objekten spricht. Aber hier geht es um Trimmen auf der

⁶Im Russischen gibt es ein Gegensatzpaar „entfalten – einfallen“, das im TRIZ eine sehr wichtige Rolle spielt, zuletzt aber immer stärker nur das „Einfallen“, ins Englische und Deutsche als „Trimmen“ übersetzt. Eine sehr unglückliche Übersetzung – HGG

informationellen Ebene.

Es ist zum Beispiel an der Zeit, im Garten zu gießen. Wir könnten die Gießkanne nehmen, einen Schlauch anschließen, oder eine ganze Bewässerungsmaschine aufstellen. Oder Sie könnten einfach in den Himmel schauen und, wenn es bald regnen wird, ist nichts zu tun. Das heißt, das Trimmen geschieht auf der Ebene der Funktionen, der technologischen Operationen. Letztlich auf der Ebene der Planung von Systemen und Prozessen. Eine logische Anwendung dieser Richtung ist die TRIZ selbst. Schließlich sind die Begriffe „ideal“, „ideales Endergebnis“ eines der Grundkonzepte dieser Methodik.

Das wurde vor langer Zeit bemerkt, und selten kommt ein Märchen ohne etwas aus, das sich „von selbst“ erledigt, der Mensch erreicht ein Ergebnis ohne jede Aufwendung. Mit der Kraft des Gedanken sozusagen werden Berge versetzt, kann man durch die Zeit und den Raum reisen. Die „technische Aufgabe“ für die Entwicklung des Menschen in dieser Richtung schreibt Fantasten und Geschichtenerzähler vor. Und es gibt Grund zur Annahme, dass diese Richtung gemeistert wird. Levitation, Bewegen von Objekten durch Blick, Verbindung über große Entfernungen ohne alle technischen Mittel und vieles mehr – kann dem Menschen zugänglich sein.

Ja, das ist interessant, aber was gibt all das oben Gesagte für die Transformation, die Verbesserung Technischer Systeme in der realen Praxis?

Starker Anstieg der Zahl der Ressourcen, die für Systemtransformationen angewendet werden können.

Im traditionellen Ansatz können die folgenden Ressourcen verwendet werden:

1. Das System selbst.
2. Seine Untersysteme.
3. Die Beziehungen zwischen Untersystemen.
4. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Untersystemen und dem System.

Im hier vorgeschlagenen Ansatz, nimmt die Zahl der Ressourcen, die potenziell genutzt werden, dramatisch zu. Dies sind nur einige von ihnen:

1. Das technische System selbst.
2. Das technologische Verfahren.
3. Technologische Operationen.
4. Das System technischer Objekte.
5. Subsysteme des Systems der technischen Objekte.
6. Der Operator als denkendes System.
7. Der Körper des Operators als materielles biologisches System.
8. Die Sinnesorgane des Operators.
9. Das System der Fertigkeiten des Operators.
10. Einzelne Fertigkeiten des Operators.

11. Systeme, Objekte, Stoffe und Felder, die vom System der technische Objekte genutzt werden.
12. Systeme, Objekte, Stoffe und Felder, die vom Operator genutzt werden.
13. Beziehungen zwischen dem Technischen System und dem technologischen Prozess.
14. Beziehungen zwischen den technologischen Operationen und dem technologischen Prozess.
15. Beziehungen zwischen den technologischen Operationen.
16. Beziehungen zwischen dem Technischen System und den technologischen Operationen.
17. Wechselwirkung zwischen Stoffen und Feldern, die vom Technischen System über das System der technischen Objekte genutzt werden.
18. Wechselwirkung zwischen Stoffen und Feldern, die vom Technischen System über den Operator genutzt werden.
19. Beziehungen zwischen den Teilsystemen des Systems der technischen Objekte.
20. Beziehungen zwischen jedem der Subsysteme des Systems Materieller Objekte und dem System der technischen Objekte.
21. Beziehungen zwischen den Subsystemen des Systems der technischen Objekte und dem technologischen Prozess. . . .

Es ist an der Zeit, einige Beispiele zu bringen.

1. Das klassische Flugzeug. Das klassische Flugzeug des frühen zwanzigsten Jahrhunderts – das sind zwei Flügel, die mit zahlreichen Streben und Seilen am Rumpf befestigt wurden. Damit ein solche Flugzeug gut fliegen konnte (das war besonders wichtig für Kampfflugzeuge), müssen die Spannseile richtig gespannt werden. Da sich die Seile unter Last dehnen, mussten Spannungen oft mit Hilfe einfachster Schraubmechanismen reguliert werden. An der Spannstrecke wurde ein Lineal angebracht, und die Strecke mit einem Dynamometer herausgezogen. Über den Grad der Spannung wurden anhand der Abweichung von der Geraden beurteilt. Dieser Prozess war sehr mühsam und langsam.

Was tun? Wie den Prozess der Spannungs-Anpassung beschleunigen?

Im Kern war es notwendig, ein neues System zur Spannungsregulierung auszudenken. Wenn die Löser dieser Aufgabe allein vom System der Materiellen Objekte ausgegangen wären, die zur Erfüllung dieser Funktion verwendet wurden, so wäre das extrem schwierig geworden. Wenn man aber berücksichtigt, dass im System auch ein Operator präsent ist, so erhöht sich die Zahl der möglichen Transformationen signifikant. Und so kann man das Problem mit den Sinnesorganen des Operators lösen.

In der Tat, warum nicht das Gehör nutzen, oder besser gesagt, Menschen mit einem hohen tonalen Gehör? Klavierstimmer wurden eingeladen, die Dehnung anzupassen, der Anpassungsprozess wurde um ein Vielfaches beschleunigt.

Interessant noch, da Klavierstimmer nicht genug waren, musste die folgende Lösung gefunden werden, in der sich der in der TRIZ wiederholt beschriebene Trend der „Verdrängung des Menschen aus TS“ abzeichnet. Die Dehnungskontrolle wurde wieder an die Mechaniker abgegeben, sondern anstelle des schwerfälligen Lineals und Dynamometers wurde eine auf einen entsprechenden Kammerton geeichte Stimmgabel verwendet.

2. Die Öllampe. Es ist schwer vorzustellen, welche titanische Arbeit die Erfinder geleistet haben, um Öllampe ordentlich zum Leuchten zu bringen. Das ganze Problem war die schlechte Ölversorgung der Dochtspitze. Um den Fluss zu verbessern, wurden zahlreiche Federvorrichtungen erfunden, die Druck im Ölbehälter erzeugen. Verwendet wurden auch Pumpen, um die Ölversorgung zu erzwingen. D.h., die Arbeit erfolgte im Rahmen des „Systems technischer Objekte“ – man versuchte, die Maschine zu verbessern. Als die vollständige Zusammensetzung des TS betrachtet wurde, wurde klar, dass das Problem nicht in der Konstruktion der Lampe bestand, sondern im Brennmateriel. Als das schlecht durch den Docht absorbierbare Öl durch flüssiges Petroleum ersetzt wurde, waren alle Probleme verschwunden.

3. Computer. Angenommen, Sie möchten Ihren Computer im Dunkeln benutzen. Wenn wir das System der materiellen Objekte transformieren, dann kommt sofort die Idee einer leuchtenden Tastatur, Lämpchen und so weiter. Wenn man über das Technische System nachdenkt, dann liegt die Antwort auf der Hand – der Operator muss in der Lage sein, im Dunkeln zu tippen, muss die Tastenanordnung auswendig kennen.

Was kann man zum Schluss sagen? Heute werden in der TRIZ und anderen Innovationsmethodiken die Begriffe „Technisches System“, d.h. das System, das irgendeine Funktion **ausübt**, und „System Technischer (materieller) Objekte“, d.h. das System, das für eine gewisse Art von Funktionen **vorgesehen** ist, nicht klar unterschieden. Indem ich mich so wenig wie möglich in den Streit der „Spitzköpfe“ und „Flachköpfe“⁷ einmischte, habe ich versucht, mich in dieser Frage zu orientieren.

Ohne den Leser auffordern zu wollen, mir zuzustimmen, würde ich mich freuen, wenn sich dieser Analyseversuch für ihn in irgendeiner Weise als nützlich erweist.

Ich bin den Kollegen V. Lenyashin, G. Severinets, E. Novitskaya, N. Khomenko für ihre Hilfe bei Vorbereitung dieses Materials und für die schonungslose Kritik der ersten Version des Artikels durch W. Sibirjakow sehr dankbar.

Literatur

1. B.R. Gaines. General System research: Quo vadis? General System. Yearbook, 24, 1979.
2. A.A. Bogdanov. Всеобщая организационная наука. Тектология (Allgemeine Organisationswissenschaft. Tektologie). Buch 1. Moskau 1989.
3. G.S. Altschuller. Творчество как точная наука (Kreativität als exakte Wissenschaft). <http://www.trizminsk.org/r/4117.htm#05>.
4. A.F. Kamenyev. Технические Системы. Закономерности развития (Technische Systeme. Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung). Leningrad, Mashinostroenie 1985.

⁷Dies spielt auf ein Sujet in „Gullivers Reisen“ an, das ich interessanterweise *nicht* nur in der russischen Wikipedia gefunden habe: Die Feindschaft zwischen Flachköpfen und Spitzköpfen ist eine allegorische Darstellung jeder sinnlosen Konfrontation aus ideologischen Gründen. Swift benutzte diese Allegorie für das Bild des Kampfes zwischen Katholiken und Protestanten, der die Geschichte Englands, Frankreichs und anderer Länder durch Kriege, Aufstände und Hinrichtungen prägte. – HGG

5. G. Altschuller, B. Zlotin, A. Zusman. V. Filatov. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Suche nach neuen Ideen: von der Erleuchtung zur Technologie). Chisinau, Carta Moldaveniasca, 1989. S. 365.
6. V. Korolev. Über den Begriff „System“. Enzyklopädie der TRIZ. <http://triz.port5.com/data/w24.html>.
7. V. Korolev. О понятии «система» (Über den Begriff „System“) (2). TRIZ-Enzyklopädie. <http://triz.port5.com/data/w108.html>.
8. N.N. Matvienko. Термины ТРИЗ (Begriffe der TRIZ, eine Problemsammlung). Wladivostok, 1991.
9. Y.P. Salamatov. Система законов развития техники (Основы теории развития Технические системы) – System der Gesetze der Technikentwicklung (Grundlagen einer Theorie der Entwicklung technischer Systeme). Institut für innovative Gestaltung. Krasnojarsk, 1996. <http://www.trizminsk.org/e/21101000.htm>.
10. V.A. Sviridov. Человеческий фактор (Der menschliche Faktor). <http://www.rusavia.spb.ru/digest/sv/sv.html>.
11. G.I. Iwanow. Формулы творчества или как научиться изобретать (Formeln der Kreativität oder wie man lernt zu erfinden). Moskau. Prosveshtchenie. 1994
12. F. Cooper. Prärie.