

Zum Zusammenhang zwischen den Entwicklungsgesetzen allgemeiner Systeme und den Entwicklungsgesetzen technischer Systeme

M.S.Rubin, Moskau

Version vom 6. November 2019

Original: О связи комплекса законов развития систем с ЗРТС. Vorabversion.
Übersetzt von Hans-Gert Gräbe, Leipzig.

ZRTS steht für „Gesetze der Entwicklung technischer Systeme“.

Zusammenfassung

Eine präzierte Fassung des Komplexes der Gesetze der Entwicklung technischer Systeme (ZRTS) wird vorgeschlagen. Ein Komplex universeller Gesetzen der Entwicklung von Systemen (ZRS) für beliebige Systeme – materiell oder immateriell – wird ausgearbeitet. Es wird die Beziehung von ZRS zu ZRTS aufgezeigt sowie die Beziehung von ZRTS zu Werkzeugen zur Analyse der Entwicklung technischer Systeme und der Lösungen von Erfindungsaufgaben. Es werden Möglichkeiten der Entwicklung von ZRTS auf der Basis von ZRS aufgezeigt.

Schlüsselwörter: TRIZ; Entwicklungsgesetze technischer Systeme (ZRTS), Entwicklungsgesetze von Systemen (ZRS), Evolutionäre Systemwissenschaft

1. Zu Gesetzen der Entwicklung technischer Systeme (ZRTS)

Die Idee, Gesetze der Entwicklung von Maschinen abzuleiten, wurde bereits 1946 von Rafael Shapiro geäußert. Im Jahr 1977 formulierte G.S. Altschuller die folgenden Gesetze der Entwicklung technischer Systeme (ZRTS):

1. Das Gesetz der Vollständigkeit der Teile des Systems. Notwendige Voraussetzung der Funktionsfähigkeit eines technischen Systems ist die Verfügbarkeit und minimale Funktionsfähigkeit der Hauptteile des Systems.
2. Das Gesetz der „Energieleitfähigkeit“ des Systems. Eine notwendige Voraussetzung der grundlegenden Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist der Energiedurchsatz durch alle Teile des Systems.
3. Das Gesetz der Harmonisierung der Rhythmik der Teile des Systems. Notwendige Voraussetzung grundlegenden Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist die Resonanz (oder bewusste Dissonanz) der Schwingungsfrequenzen (der Betriebsfrequenzen) aller Teile des Systems.

4. Das Gesetz der Erhöhung des Idealitätsgrades des Systems. Die Entwicklung aller Systeme geht in Richtung der Erhöhung des Grads der Idealität.
5. Das Gesetz der ungleichmäßigen Entwicklung der Teile des Systems. Die Entwicklung der Teile des Systems erfolgt ungleichmäßig: Je komplexer das System ist, desto ungleichmäßiger ist die Entwicklung seiner Teile.
6. Das Gesetz des Übergangs zum Obersystem. Die Entwicklung eines Systems, das an seine Grenzen stößt, setzt sich auf der Ebene des Obersystems fort.
7. Das Gesetz der Dynamisierung technischer Systeme. Starre Systeme müssen dynamisch werden, um ihre Effizienz zu verbessern, d.h. müssen zu einer flexibleren, sich schnell ändernden Struktur übergehen und zu einem Betriebsregime, das sich an die Veränderungen der äußeren Umgebung anpasst.
8. Das Gesetz des Übergangs von der Makroebene zur Mikroebene. Die Entwicklung der Arbeitsorgane erfolgt zuerst auf der Makro- und dann auf der Mikroebene.
9. Das Gesetz der Erhöhung der Stoff-Feld-Interaktionen. Die Entwicklung technischer Systeme geht in die Richtung der Erhöhung der Stoff-Feld-Interaktionen: Systeme mit geringem Interaktionsgrad streben danach, diesen Interaktionsgrad zu erhöhen, und Systemen mit hohem Interaktionsgrad entwickeln sich in Richtung der Erhöhung der Anzahl der Verbindungen zwischen Elementen, der Erhöhung der Reaktionsfähigkeit (Empfindlichkeit) der Elemente, der Erhöhung der Anzahl der Elemente.

Ausgehend von diesem System von Gesetzen wurde die ARIZ-Methodik als TRIZ bekannt – Theorie des Lösens erfinderischer Probleme.

A. Lyubomirsky und S. Litvin schlugen eine eigene Hierarchie der Entwicklungsgesetze technischer Systeme vor (Abb. 1). Ihre wichtigste Besonderheit besteht darin, dass sie für die Durchführung von Analysen technischer Systeme entsprechend den Gesetzen der Entwicklung bequemer ist, hat aber ihre Nachteile, die unten beschrieben sind.

Bevor wir die Mängel beschreiben, geben wir zwei Definitionen aus enzyklopädischen Wörterbüchern.

Als *Gesetz* bezeichnet man eine notwendige, substanzielle, nachhaltige, wiederkehrende Beziehung zwischen Phänomenen in Natur und Gesellschaft. Der Begriff des Gesetzes ist mit dem Begriff des Wesens verwandt.

Als *Trend* – ein Anglizismus – wird die Haupttendenz einer Veränderung von etwas bezeichnet: Zum Beispiel in der Mathematik die Zeitreihe.

Der grundsätzliche Unterschied zwischen Gesetzen und Trends der Entwicklung ist offensichtlich, die Begriffe sind klar auseinanderzuhalten. Daher muss man zum Beispiel die Einführung eines *Trends der Evolution längs einer S-Kurve* in ein System von Gesetzen als nicht korrekt betrachten. G.S. Altschuller beschrieb den Trend der Entwicklung technischer Systeme längs einer S-Kurve, gab ihm aber nicht den Status eines Gesetzes. Der „Trend der Evolution längs einer S-Kurve“ ist also kein Gesetz, sondern eine Entwicklungstendenz.

Die Erhöhung der Multifunktionalität ist auch kein Gesetz, sondern nur eine der Richtungen zur Erhöhung der Idealität.

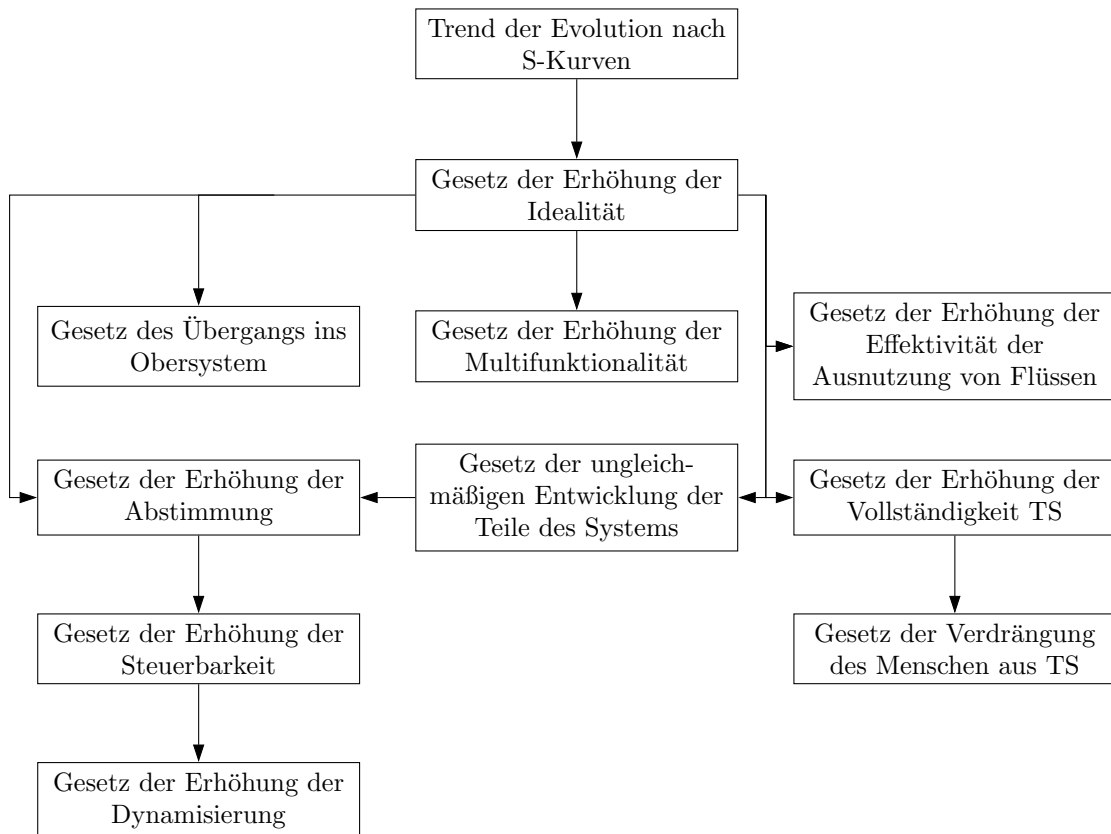


Abbildung 1: Gesetze technischer Systeme nach A. Lyubomirsky und S. Litvin

Es ist notwendig, auch das Gesetz der Vollständigkeit der Teile eines Systems zu präzisieren – es kann nicht reduziert werden nur auf den notwendigen Satz von Teilen: Energiequelle, Motor, Getriebe, Arbeitsorgan, Steuerung. Dies gilt nur für Maschinen und nicht für alle technischen Systeme. In allgemeinerer Betrachtung muss es in diesem Gesetz um die Umsetzung des Wirkprinzips gehen.

Unter Berücksichtigung der Beseitigung dieser und anderer Mängel des betrachteten ZRTS-Komplexes erhalten wir die Version der ZRTS-Hierarchie in den Abbildungen 2 und 3, die als Arbeitsvariante zur Analyse der Entwicklung technischer Systeme im Rahmen von ZRTS vorgeschlagen wird.

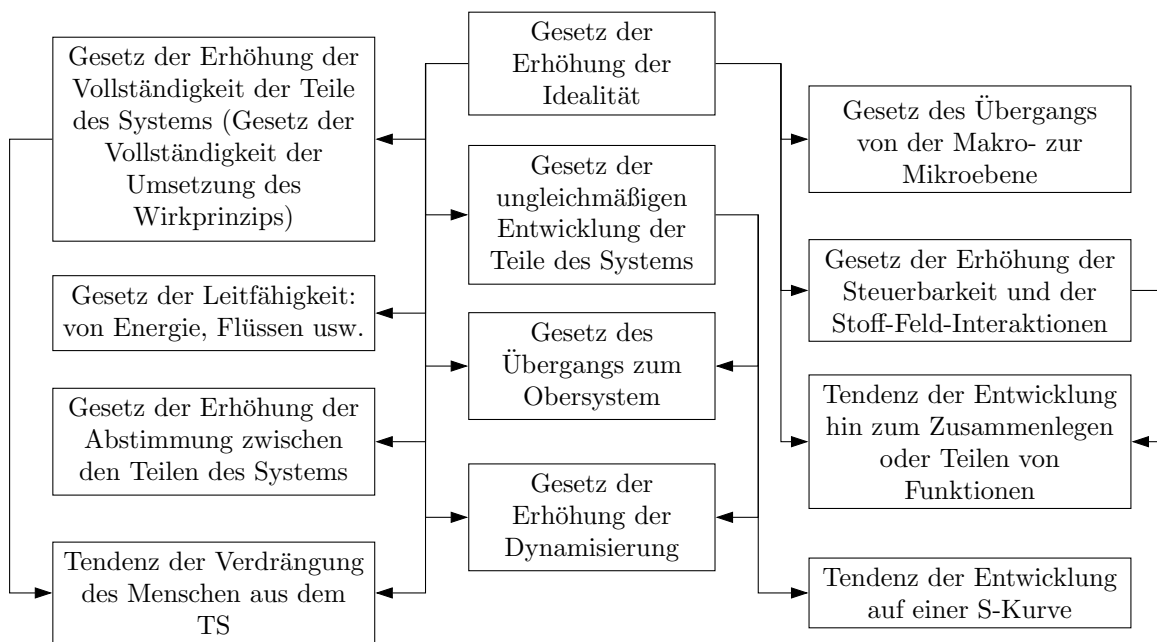


Abbildung 2: Der Komplex der ZRTS unter Berücksichtigung der bestehenden Unterscheidung zwischen Gesetzen und Trends

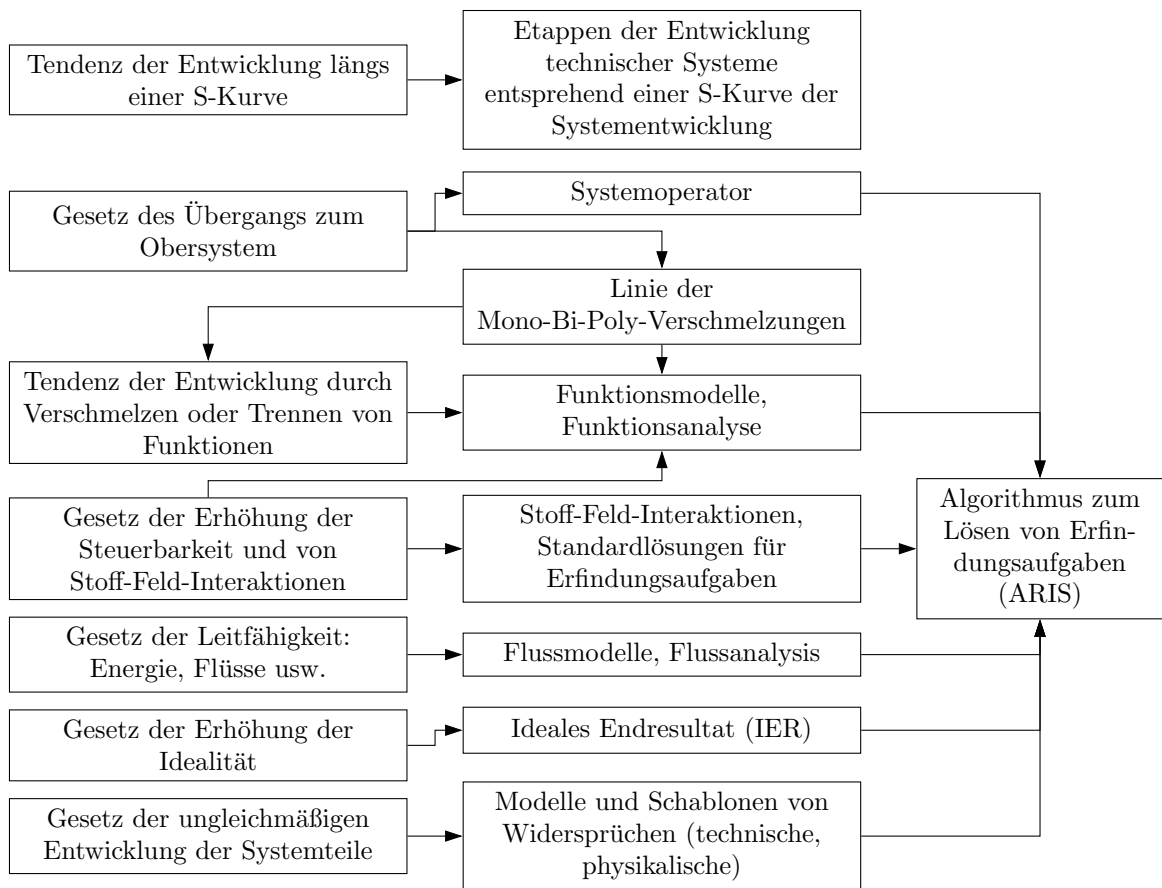


Abbildung 3: Das Verhältnis der grundlegenden Werkzeuge zur Analyse technischer Systeme und Lösungen erfinderischer Aufgaben mit dem Komplex ZRTS (Fragment).

2. Über die Gesetze der Systementwicklung (ZRS)

In der evolutionären Systemwissenschaft (Evolutionswissenschaft) steht die Aufgabe der Ausweitung der TRIZ-Ansätze auf Entwicklungsprozesse und die Lösung erfinderischer Probleme in beliebigen Systemen. Dazu wurde ein Komplex universeller Gesetze der Systementwicklung (ZRS) formuliert, der hier¹ als Komplex von 4 Blöcken und 12 Gesetzen dargestellt wird.

A. Allgemeine Gesetze:

1. Gesetz des Strebens des Systems zur Erhöhung des Niveaus und der Effektivität der Aneignung von Ressourcen.
2. Gesetz der Entstehung von Kräften, die Änderungen entgegenwirken und Erhaltung unterstützen, die Entwicklung bremsen und der Zerstörung des Systems entgegenwirken.

B1. Wechselwirkung mit der Umgebung:

3. Gesetz der Induktion (gegenseitigen Beeinflussung) von System und Umgebung.
4. Gesetz des Übergangs zu Ober- und Teilsystemen.
5. Gesetz der Ausbildung von Hierarchieebenen in der Organisation von Systemen.
6. Gesetz des Bestrebens des Systems unabhängig von der Umgebung zu werden.

B2. Strukturentwicklung der Systeme:

7. Gesetz des Übergangs von Ressourcennutzung zu Selbstorganisationsformen und zu funktionalen Systemen.
8. Gesetz des Strebens nach idealen und funktionalen Systemen.
9. Gesetz der Entwicklung von Aneignungs-Mechanismen von starren zu flexiblen sowie von ständigen zu gesteuerten.

B3. Statik:

10. Gesetz der Erhaltung der strukturellen Integrität und funktionalen Vollständigkeit.

Gesetze der Formierung von Kräften und Energie im Prozess der Systementwicklung².

C. Gesetze der Auflösung von Widersprüchen:

11. Gesetz der Entwicklung durch das Auftreten und Lösen von Widersprüchen in den Anforderungen.
12. Gesetz der Auflösung von Widersprüchen im Raum, in der Zeit, durch Systemübergänge und in den Beziehungen.

¹Im Original als Graphik ausgeführt, die Hierarchisierung im Originalbild durch die Marken A, B1–3 und C angedeutet.

²Im Original gestrichelt und nicht weiter ausgeführt

Als die zwei grundlegenden werden das *Gesetz der Inbesitznahme von Ressourcen* und das *Gesetz der Trägheit des Systems* vorgeschlagen. Der Kampf dieser beiden Gesetze (das Streben der Systeme nach Inbesitznahme und die systemische Trägheit) sind die treibende Kraft der Entwicklung von Systemen.

Da sich Systeme nicht isoliert von der äußeren Umgebung entwickeln können, besteht der nächste Block von Gesetzen aus dem *Gesetz der Induktion*, dem *Gesetz des Übergangs zu Ober- und Untersystemen*, dem *Gesetz der Herausbildung von Systemebenen* und dem *Gesetz der Zunahme der Unabhängigkeit des Systems*.

In Interaktion mit der äußeren Umgebung verändert sich gesetzmäßig auch die innere Struktur der Systeme, der Charakter ihrer Aktivitäten, und diese Veränderungen werden im dritten Block von Gesetzen beschrieben: das *Gesetz der Selbstorganisation*, das *Gesetz der Idealisierung* und das *Gesetz der zunehmenden Flexibilität*. Als eigenständiger Block stehen die *Gesetze der Selbsterhaltung*, die derzeit nur durch das *Gesetz zur Aufrechterhaltung der Integrität und Vollständigkeit* vertreten werden.

Der Prozess der Systementwicklung vollzieht sich in ständiger Auflösung von Widersprüchen, mit denen das System konfrontiert ist, was die letzten beiden Gesetze widerspiegeln: Das *Gesetz der Entwicklung durch Auftreten und Auflösen von Widersprüchen* und das *Gesetz der Auflösung von Widersprüchen auf vier Wegen*.

Die spezifischsten sind die Begriffe der Inbesitznahme, der Induktion und der systemischen Trägheit, deren Verwendung erhebliche Unterschiede bewirken im Vergleich zu den Entwicklungsgesetzen technischer Systeme, wie sie im Rahmen der TRIZ eingesetzt werden. Unter *Inbesitznahme* wird das Streben eines Systems zur Aneignung externer (und möglicherweise auch interner) Ressourcen verstanden, um was für Ressourcen es sich auch handelt. Unter *Induktion* wird der Einfluss der Umgebung (einschließlich anderer Systeme) auf das System wie auch der umgekehrte Einfluss des Systems auf die Umwelt verstanden, und die *Systemische Trägheit* ist das Ergebnis der Selbstinduktion des Systems, d.h. der Einfluss seiner Teile aufeinander, was zur Unmöglichkeit der sofortigen Entwicklung des Systems auch in einem durchaus günstigen äußeren Umfeld führt. Potenziell erlauben es diese drei Begriffe, systemweite Parameter einzuführen: *Systemenergie* als Maß der Bestrebungen des Systems zur Inbesitznahme, dessen *Passionarität* und *systemische Masse* als Maß der internen Trägheit des Systems sowie ein Analogon der *Systemreibung* (oder vielleicht allgemeiner – systemischer Kräfte), welche die Wechselwirkung des Systems mit der äußeren Umgebung beschreiben.

3. Verknüpfung der Entwicklungsgesetze von Systemen, ZRTS- und TRIZ-Tools

Da ZRS allgemeiner als ZRTS sind, kann gezeigt werden, aus welchen Gesetzen einer ZRS Gesetze einer ZRTS folgen. Ein Fragment derartiger Verbindungen ist in Abb. 3 dargestellt. In Wirklichkeit gibt es natürlich mehr solche Verknüpfungen und sie sind allgemeiner.

Aus Abb. 3 ist ersichtlich, dass es Gesetze zur Entwicklung technischer Systeme gibt (zum Beispiel das Gesetz des Aufgebens terrestrischer Bedingungen), die aus dem ZRS hervorgehen, aber derzeit im ZRTS nicht verfügbar sind. Ein weiteres Merkmal dieses Schemas: Im ZRTS gibt es keinen direkten Übergang von diesem oder jenem Gesetz zu solchen Werkzeugen zur Lösung erfinderischer Probleme wie Methoden und Effekte. Im Komplex der ZRS ist eine

solche Beziehung leicht zu sehen. Das heißt, der Komplex ZRS ist allgemeiner im Vergleich zu ZRTS, ist inhaltlich vollständiger und enthält auch Gesetze, die bisher noch nicht in modernen Version der ZRTS enthalten sind.

4. Zur Weiterentwicklung der Entwicklungsgesetze

Die Entwicklung des Komplexes ZRS geht in verschiedene Richtungen:

- Bestätigung und Präzisierung des gebildeten Komplexes ZRS.
- Präzisierung des Komplexes der Gesetze im ZRTS auf der Basis von ZRS.
- Erstellung eines vollständigen Bildes der logischen Zusammenhänge zwischen den Gesetzen ZRS, ZRTS und den TRIZ-Werkzeugen.
- Konstruktion von Entwicklungsgesetzen in verschiedenen Bereichen der menschlichen Tätigkeit (in Business, Ökonomie, Informationssysteme, Kunst, Kultur usw.) auf der Grundlage des Komplexes ZRS.

Wir geben nur ein Beispiel für die mögliche Entwicklung von ZRTS, die auf ZRS basieren. Im Komplex der Gesetze der Systementwicklung (ZRS) gibt es Gesetze, für die es in ZRTS keine Analoga gibt. Zum Beispiel gibt es für das Gesetz der Induktion (gegenseitige Beeinflussung) von Systemen und ihrer äußeren Umgebung Bestätigungen in Physik, Chemie, Biologie, Wirtschaft, Business usw. Es ist logisch davon ausgehen, dass für die Gesetze der Entwicklung technischer Systeme ein ähnliches Induktionsgesetz (gegenseitige Beeinflussung des Systems und seiner äußeren Umgebung) geben sollte. Zum Beispiel begannen sich unter dem Einfluss der Umwelt (der wissenschaftlichen und industriellen) Kameras zu entwickeln. Unter dem Einfluss von Kameras und ihren Möglichkeiten begann sich das äußere Umfeld zu verändern (das wissenschaftliche, industrielle, soziale, rechtliche ...). Beeinflusst von diesem neuen äußeren Umfeld entwickeln sich Kameras weiter, sie erhalten neue Funktionen, neue Möglichkeiten.

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei Misyuchenko I.L., Rubina N.V., Shchedrin N.A. und anderen Kollegen, mit denen dieses Material vorbereitet und diskutiert wurde.

Liste der Referenzen (alle Texte in russischer Sprache)

1. G.S. Altshuller. Über die Gesetze der Entwicklung technischer Systeme. - Baku, 1977 (Manuskript).
2. G.S. Altshuller. Kreativität als exakte Wissenschaft - M.: Sowjetisches Radio, 1979.
3. A. Lubomirsky, S. Litvin. Gesetze zur Entwicklung technischer Systeme, GEN3 Partners, Februar 2003. <https://metodolog.ru/00767/00767.html>

4. M.S. Rubin. Zu den Gesetzen der Entwicklung technischer Systeme. Thesen eines Vortrags auf der wissenschaftlich-praktischen Allunions-Konferenz „Probleme der Entwicklung und Steigerung der Effizienz wissenschaftlicher und technischer Kreativität der Arbeiter“. (2.–4. Oktober 1979), Nowosibirsk.
<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3400>
5. M.S. Rubin. Über den Einfluss terrestrischer Bedingungen auf die technologische Entwicklung, Baku, 1980. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3420>
6. M.S. Rubin. Studien zu den Gesetzen der Technologieentwicklung, 2006.
<http://www.temm.ru/en/section.php?docId=3432>
7. M.S. Rubin. Mythen über die Gesetze der Entwicklung technischer Systeme, 2009.
<http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4384>
8. M.S. Rubin. Studien zu evolutionären Systemwissenschaft. Evolutionswissenschaft. TRIZ-Summit Sankt Petersburg 2015.
<https://triz-summit.ru/confer/tds-2015/paper/science/300497/>
9. M.S. Rubin, I.L. Misyuchenko, N.V. Rubina. „Forschen in der TRIZ. Evolutionswissenschaft und die Gesetze der Systementwicklung. Präsentation auf dem Workshops des TRIZ-Summit 2018.
<https://triz-summit.ru/file.php/id/f303809-file-original.pdf>
10. I.L. Misyuchenko. Systemweite Gesetze der Entwicklung und Entwicklung der Physik der Mikrowelt. TRIZ Developer Summit. Sankt Petersburg 2018.
<https://triz-summit.ru/file.php/id/f303772-file-original.pdf>