

System der Gesetzmäßigkeiten des Aufbaus und der Entwicklung technischer Systeme

B.I.Goldovsky

1983

Original: Система закономерностей построения и развития технических систем¹. Übersetzt von Hans-Gert Gräbe, Leipzig.

Vorwort

Die folgende Übersicht der Gesetze, welche den Aufbau und die Entwicklung technischer Systeme bestimmen, wurde im Juni 1981 entwickelt und im Mai 1983 überarbeitet. Der Inhalt dieses Dokuments wurde auf der Regionalkonferenz „Probleme der Entwicklung wissenschaftlich-technischer Kreativität ingenieur-technischer Arbeit (ITR)“ in Gorki im Jahr 1983 vorgestellt und wurde auch bei der Erstellung der Kapitel 2 und 4 des Buches „Rational Creativity“² verwendet.

B. I. Goldovsky

I. „Grundlegende“ Muster

(aus denen sich die Konstruktions- und Entwicklungsgesetze technischer Systeme ableiten lassen)

A. Gesetze der Dialektik

- 1.1. Das Gesetz von Einheit und Kampf der Gegensätze
- 1.2. Das Gesetz der Negation der Negation
- 1.3. Das Gesetz des Umschlags von Quantität in Qualität

B. Systemweite Gesetze, Naturgesetze

- 1.4. Redundanz in Systemen – jedes System hat versteckte Eigenschaften, die in der gegebenen Struktur des Systems und des Obersystems nicht realisiert (nicht verwendet) werden

¹<https://triz-summit.ru/file.php/id/f303253-file-original.pdf>.

²Б.И.Голдовский. «Рациональное творчество», М.: Речной транспорт, 1990

- 1.5. Wachstum der Systemintegrität während seiner Entwicklung
- 1.6. Jedes selbstorganisierende System ist bestrebt, das Gleichgewicht, die Stabilität aufrechtzuerhalten (Prinzip der *Homöostasis*)
- 1.7. Offene Systeme (die mit der Umgebung interagieren) können nur existieren, wenn sie Materie, Energie und Information mit der Umwelt austauschen (Dies kann als Naturgesetz betrachtet werden)
- 1.8. Spezialisierung von Systemen im Entwicklungsprozess als Weg zur Steigerung der funktionalen Effizienz
- 1.9. Mehrdeutigkeit von Zusammensetzung (Bewegungsform der Materie), Struktur und Parametern der internen Funktionsweise für die Funktionsweise und Entwicklung des Systems
- 1.10. Entsprechung zwischen Komplexität und Integrität des Systems und den Kosten für Änderungen des Systems oder seiner Teile
- 1.11. Künstlich geschaffene Systeme müssen kompatibel mit anderen Systemen und mit der Umwelt sein
- 1.12. Entsprechung zwischen der Komplexität der Funktionen und der Komplexität der Struktur des Systems
- 1.13. Entsprechung zwischen der Komplexität des Systems (Formen der Bewegung der Materie und seiner Struktur) und den Möglichkeiten seiner Entwicklung
- 1.14. Die funktionelle Breite des Systems (die Anzahl und Vielfalt der Funktionen) muss der Vielfalt der Anforderungen der Umwelt entsprechen (Vielfalt der Funktionsbedingungen)
- 1.15. Die bestimmende Rolle der Bewegungsform der Materie in Funktion und Entwicklung des System. Die Kompliziertheit der Bewegungsform der Materie wächst im Verlauf der Systementwicklung (Naturgesetz)

C. Soziale (und ökonomische) Gesetze

- 1.16. Die bestimmende Rolle der Erkenntnis, wenn es um die technische Verwendungsmöglichkeit der einen oder anderen Form der Bewegung der Materie geht
- 1.17. Soziale Bedürfnisse wachsen schneller als die Möglichkeiten, sie zu befriedigen
- 1.18. Endlichkeit (Begrenztheit) der Ressourcen und Möglichkeiten der Gesellschaft, der Natur und des Menschen (prinzipiell, für einen bestimmten Zeitpunkt)
- 1.19. Prinzipielle Unendlichkeit (Unbegrenztheit) der Bedürfnisse der Gesellschaft
- 1.20. Die bestimmende Rolle der Ökonomie bei der Realisierung dieses oder jenes technischen Systems
- 1.21. Mehrdeutigkeit der qualitativ unterschiedlichen Bedürfnisse und Aufwendungen für die Gesellschaft
- 1.22. Einfluss des Entwicklungsstands der Wissenschaft auf Wege und Formen der Entwicklung technischer Systeme (je weniger Wissen, desto mehr Fehler)

- 1.23. Kontinuierliches Wachstum (qualitativ und quantitativ) der gesellschaftlichen Bedürfnisse [Ableitung von 1.19]
- 1.24. Kontinuierliches Wachstum der allgemeinen Effizienz der gesellschaftlichen Produktion [Folge des Widerspruchs zwischen 1.18 und 1.19]
- 1.25. Zusammenhang zwischen dem Wert für die Verbraucher (der Werthaltigkeit eines Bedürfnisses für Gesellschaft) und den darauf verwendeten Aufwendungen [Folgerung von 1.21]
- 1.26. Jegliche Ökonomie reduziert sich am Ende auf eine Ökonomie der Zeit.
- 1.27. Vorrang der Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse vor der Erhöhung der allgemeinen Effizienz der Produktion [Folgerung 1.21]
- 1.28. Die entscheidende Rolle der allgemeinen Entwicklung des Standes der Technik in der Möglichkeit der Realisierung technischer Systeme

II. „Methodologische“ Muster der Entwicklung technischer Systeme

(die allgemeinsten)

- 2.1. Die treibende Kraft der Entwicklung der Technologie ist der Widerspruch zwischen dem öffentlichen Bedürfnis und der Möglichkeit, diese mit den verfügbaren technischen Mitteln zu befriedigen (gesellschaftlich-technischer Widerspruch) [Manifestation von 1.1, Folgerung aus 1.17 und dem Widerspruch zwischen 1.18 und 1.19]
- 2.2. Die Entwicklung von technischen Systemen erfolgt durch Verschmelzung von Gegensätzen vom Typ „Quelle der Wirkung – Target der Wirkung“ (Werkzeug – Produkt; Energiequelle – Energieempfänger; steuernd – gesteuert, etc.) in einem Element (Universalisierung) und die Aufspaltung eines Elements in diese Gegensätze (Spezialisierung) [Manifestation von 1.1]
- 2.3. Jedem technischen System ist ein bestimmter Satz technischer Widersprüche eigen, deren Zuspitzung oder Auflösung die Entwicklung dieses technischen Systems bestimmt [Manifestation von 1.1, einer der Gründe für das Auftreten der Widersprüche 2.1]
- 2.4. Die Änderung des Systems bei der Auflösung von technischen Widersprüchen im Entwicklungsprozess erfolgt durch Inversion eines der wesentlichen Merkmale des technischen Systems, welches für die Existenz und Zuspitzung des technischen Widerspruchs verantwortlich ist [Manifestation von 1.2, Form der Lösung des Widerspruchs 2.3]
- 2.5. Im Prozess der Entwicklung eines technischen Systems erfolgt eine Rückkehr zu früheren Formen auf einer neuen Ebene (Entwicklung „in einer Spirale“) in dem Umfang, wie neue Mittel zur Lösung des technischen Widerspruchs erscheinen, deren Zuspitzung zur Ablehnung dieser Formen geführt hat [Manifestation von 1.2, Folgerung 2.4 und 2.3, ist assoziiert mit 2.13]
- 2.6. Mit der Entwicklung von technischen Systemen steigt der Wert der Seiten, welche die Verbesserung der Wechselwirkungen mit der natürlichen Umwelt befördern [Folgerung 1.5]

- 2.7. Das Obersystem ist konservativer als das technische System (in der Regel fast immer, insbesondere auf der Ebene von Selbstorganisation – Unternehmen, Industriezweig usw.) [Folgerung 1.6 und 1.10; je komplizierter die natürliche Umgebung, umso gerechter]
- 2.8. Jeder primären nützlichen Funktion (Bedarf) entspricht eine bestimmte Gesamtheit funktionaler Parameter, die eine „funktional-parametrische“ Nische bilden (bestimmen) [Manifestation von 1.3, Folgerung 2.20]
- 2.9. Der stabile Zustand eines technischen Systems entspricht dem Ausfüllen einer bestimmten „funktional-parametrischen Nische“ (fehlende „Konkurrenz“) [Analogie zu Biologie, Folgerung 2.20, entfernte Folgerung von 1.6 und 2.8]
- 2.10. Quantitative Veränderungen im technischen System führen zwangsläufig zu einer solchen qualitativen Änderung wie etwa der Zuspitzung von technischen Widersprüchen [Manifestation von 1.3, Wirkung auf 2.2]
- 2.11. Die sprunghafte Änderung der Parameter der äußeren Funktionalität des technischen Systems erfordert den qualitativen Umbau des Systems [Manifestation von 1.3]
- 2.12. Die bestimmende Rolle des physikalischen Wirkprinzips bei der Funktionsweise und Entwicklung technischer Systeme [Manifestation von 1.15]
- 2.13. Die steigende Kompliziertheit der Bewegungsformen der Materie im technischen System im Zuge seiner Entwicklung [Form der Manifestation von 1.15, Folgerung von 2.12, Zusammenhang mit 2.5; Form der Lösung des Konflikts zwischen 5.6 und 2.23, Verbindung mit 5.7; ist zur gleichen Zeit eine Gesetzmäßigkeit der Änderungen der Zusammensetzung technischer Systeme]
- 2.14. Es gibt eine Hierarchie des Optimums:
- für die „funktional-parametrische Nische“ (Summe der Parameter der äußeren Funktionalität) – das optimale physikalische Prinzip;
 - für das physikalische Prinzip – die optimale Struktur des Systems;
 - für die Struktur – die optimalen Parameter des inneren Funktionierens des Systems
- [heuristische Setzung, Folgerung von 1.9, 1.15 und 2.12]
- 2.15. Vorhandene entwickelte Systeme absorbieren für die Entwicklung mehr Ressourcen als neue, im Entstehen begriffene (bei ersteren ist die natürliche Systemeinbettung weiter entwickelt)
- Die dominierende Absorption von Ressourcen erfolgt durch bereits vorhandene technische Systeme
 - Die Realisierung einer beliebigen der Möglichkeiten der Entwicklung eines Systems begrenzt die Wahrscheinlichkeit der Realisierung anderer Möglichkeiten.
- [Folgerung 1.6, 1.18 und 2.7]
- 2.16. Das Prinzip minimaler Änderungen des Systems im Entwicklungsprozess:

$$\begin{aligned} \text{Interne Funktionsweise} &\iff \text{Struktur} \iff \text{physikalisches Wirkprinzip} \\ \text{Teil} &\iff \text{Summe aller Teile} \iff \text{das Ganze} \end{aligned}$$

[Folgerung von 2.15 sowie 1.6, 1.18 und 2.7; Form der Konfliktlösung zwischen 1.6 und 2.22-2.23]

- 2.17. Das Prinzip der schrittweisen Optimierung des Systems (tritt nach jeder Änderung des Systems auf der entsprechenden Ebene auf):

Suche nach dem optimalen physikalischen Prinzip \implies Suche nach der optimalen Struktur \implies Suche nach optimalen Parametern für die interne Funktion

[Folgerung 2.14 und 2.16]

- 2.18. Einfluss der Entwicklung der einen technischen Systeme (der einen Technologiebereiche) auf andere technische Systeme (Technologiebereiche):

- Übertragung von Lösungen
- „Ausbreitung“ des physikalischen Wirkprinzips in verschiedene Industriezweige

[Folgerung von 2.15 und 2.12 sowie der Invarianz von Funktionen in Bezug auf verschiedene technische Bereiche]

- 2.19. Der nützliche Output (Fähigkeiten, primäre nützliche Funktion) des Systems soll den (sozialen oder technischen) Bedürfnissen der Umgebung entsprechen [Folgerung von 1.11; Erste Akzeptanzbedingung des Systems]

- 2.20. Die erforderlichen Inputs (Bedürfnisse) des Systems dürfen die Fähigkeiten (Ressourcen) der Umgebung nicht überschreiten [Folgerung von 1.11; Zweite Akzeptanzbedingung des Systems]

- 2.21. Unnützer (schädlicher) Output des Systems muss für die Umgebung zulässig (zumutbar) sein [Folgerung 1.11; Dritte Akzeptanzbedingung des Systems]

- 2.22. Kontinuität des Wachstums der funktionalen Effizienz des Systems (in erster Linie der Parameter der Output-Funktionen) [Folgerung 1.23 und 2.19]

- 2.23. Kontinuierliches Wachstum der allgemeinen Effizienz des Systems (Streben nach dem absolut idealen System, Erhöhung des Grades der Idealität, Reduzierung der Redundanz des Systems) [Folgerung von 1.24, 2.19 und 2.20, teilweise Folgerung von 2.21; Form der Konfliktlösung zwischen 2.22 und 1.18]

- 2.24. Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen. „Die menschliche Arbeit wird zunehmend ersetzt durch die Arbeit von Maschinen“ in der Ausführung von Funktionen in den Bereichen

- Transport
- Energie
- Technologie
- Kontrolle und Regulation
- Entscheidungsfindung

[Korollar 2.22 und 1.18 – Endlichkeit, begrenzte Fähigkeit des Menschen; entspricht der sozialen Bedeutung der Technik; gleichzeitig Gesetzmäßigkeit der Änderung der Zusammensetzung des Systems, eine der Manifestationen von 6.2]

- 2.25. Übereinstimmung zwischen der Möglichkeit der Realisierung des komplexen Teils des Systems und der Komplexität des Systems selbst (ein komplexes Teilsystem gehört normalerweise zu einem komplexen System; eine komplexe Technik erfordert eine komplexe Organisation.) [Folgerung aus 1.28, teilweise Folgerung aus 1.12]
- 2.26. Die Entsprechung zwischen der Wichtigkeit einer Funktion und dem Aufwand dafür (je wichtiger, desto mehr Nebenkosten) [Folgerung 1.25, teilweise 2.19]
- 2.27. Vorrang der funktionalen Effektivität des System vor der allgemeinen Effektivität (Idealität):
- Eine Funktion zu erfüllen ist wichtiger als die Intensität zu erhöhen.
 - Die Steigerung der Intensität ist wichtiger als die Steigerung der Idealität.
 - Die Steigerung der Idealität des Prozesses ist wichtiger als die Steigerung der Idealität des technischen Mittels.
- [Folgerung 1.27 und 1.26]
- 2.28. Änderung der Verwendung eines physikalischen Prinzips während der Entwicklung des technischen Systems:
- Überwindung einer parametrischen Schwelle (Maximum eines funktionalen Parameters)
 - Steigerung der allgemeinen Effizienz (Wirkungsgrad, Qualität)
 - Beseitigung von unerwünschten Wirkungen (schädlicher Output)
- [Folgerung 2.27 und 1.21 zur Gewährleistung der Bedingungen 2.19, 2.20 und 2.21]
- 2.29. Zulässigkeit einer Verschlechterung im System bis zu einer bestimmten Schwelle [Folgerung 2.3, 2.10 und 1.21, Form der Manifestation 1.3]

III. Gesetzmäßigkeiten des Baus arbeitsfähiger technischer Systeme

(für alle technischen Systeme)

- 3.1. Die funktionale Vollständigkeit des Systems muss gewährleistet sein (die Summe der elementaren Produktionsfunktionen muss die Erfüllung der Hauptproduktionsfunktion sicherstellen) [Folgerung 2.19 sowie die Konsistenz unserer Welt]
- 3.2. Die Energiedurchlässigkeit des Systems muss gewährleistet und dementsprechend die Vollständigkeit der energetischen Ketten, die das Funktionieren sichern [Folgerung 1.7, teilweise 3.1; Einfluss von 3.3 in Bezug auf die Intensität des Energieaustauschs und von 3.4 in Bezug auf Dynamik und Steuerbarkeit von Energieketten]
- 3.3. Es muss die Überwindung der für ein System charakteristischen Parameterschwelle gesichert sein (dementsprechend muss eine gewisse Intensität des Energieaustauschs gesichert sein) [Folgerung 1.3 und 2.8; teilweise 2.22 und 3.1]

- 3.4. Ein minimal erforderliche Maß an Steuerbarkeit (Variabilität, Dynamik) des Systems und seiner Teile muss gewährleistet sein (entsprechend muss ein gewisses Maß an Dynamik und Steuerbarkeit der Energieketten gewährleistet sein) [Folgerung 1.14, teilweise 3.1, eine der Umsetzungsformen 2.23]

IV. Gesetzmäßigkeiten von Änderungen im Funktionieren des Systems

- 4.1. Das Bestreben des Wirkprinzips des Systems zum Eindringen in benachbarte funktionale Nischen [Folgerung 1.23, 2.22 und 2.15 auf Grund von 1.4]
- 4.2. Wachsende Spezialisierung des Systems im Entwicklungsprozess (Einschränkung der Funktion und Sicherstellung der Konstanz der Funktionsbedingungen auf Kosten des Obersystems) [Folgerung 1.14, Formen der Manifestation von 1.8 und 2.2; Form der Lösung des technischen Widerspruchs zwischen nützlichen Outputs; Zusammenhang zu 4.4]
- 4.3. Erhöhung der Vielseitigkeit des Systems und seiner Elemente (bei Stabilität des Obersystems) [Form der Manifestation 2.2; Folge-Mittel zur Bereitstellung von 2.23; Form der Auflösung technischer Widersprüche, Folgerung 4.4]
- 4.4. Begrenzte Änderungen des Obersystems, um die Rentabilität (Effektivität) einer engen Spezialisierung des Systems sicherzustellen. [Folgerung 1.18, 1.6 und 2.7; Verbindung mit 4.2]

V. Gesetzmäßigkeiten der Änderung der Struktur technischer Systeme

- 5.1. Ungleichmäßige Entwicklung von Systemteilen – Die Änderungsraten verschiedener Teile sind verschieden [Folgerung 1.21, 1.25 und 2.26 sowie – hauptsächlich – die Inhomogenität realer Systeme; führt zu einer realen (tatsächlichen, beobachtbaren) Zuspitzung technischer Widersprüche – Verbindung mit 2.3]
- 5.2. Inharmonische Entwicklung der Systemteile – die einen Teile überholen andere wesentlich in ihrer Entwicklung [Folgerung 1.21, 1.25, 2.26 und 2.29; Form der Lösung des Widerspruchs zwischen 1.18 und 1.19; Verbindung mit 2.3 – wie mit 5.1]
- 5.3. Vergrößerung der Anzahl und Heterogenität der Wechselbeziehungen zwischen den Elementen des Systems (Obersystems) [Folgerung 4.3 und Mittel zur Umsetzung von 2.23]
- 5.4. Wachstum des Dynamismus im System (bei gegebener funktionaler Breite).

Stufen des Wachstums des Dynamismus:

- 1) Mindestniveau entsprechend dem Änderungsbereich der Betriebsbedingungen (etwa Leitwerk am Flugzeug)

- 2) Veränderung der Interaktion im Laufe der Zeit, um eindeutig schädliche Outputs zu beseitigen, die einer Intensivierung im Weg stehen [2.22] (einziehbares Fahrgestell)
- 3) Änderung von Eigenschaften und Wechselwirkungen von Elementen, um die Erhöhung der allgemeinen Effizienz, Qualität, Funktionsweise, Senkung des Ressourcenverbrauchs im Obersystem etc. zu sichern. [2.23] (Mechanisierung der Flügel)
- A) Einfacher Dynamismus – Verlagerung einzelner Systemteile im Raum
- B) komplexer Dynamismus:
 - a) Änderung der Form, der Konfiguration
 - b) Änderung der inneren Eigenschaften (z.B. Aggregatzustand)
 - c) Austausch mit der Umwelt (Müll + Regeneration)

[Folgerung 4.3 und 2.28; Mittel zur Realisierung von 2.23]

5.5. Erhöhung der Variabilität von Elementen und Beziehungen im System:

- Zerkleinern + Kombinieren
- Flexibilität der Verbindungen (mechanisch – hydraulisch, pneumatisch – Felder)

[Folgerung 5.3 und 5.4, eine der Folgerungen von 2.13]

5.6. Wachsende Kompliziertheit des Systems im Prozess seiner Entwicklung (Wachsende Kompliziertheit der Struktur) [Folgerung 5.3, 5.5, 4.3 und 5.17]

5.7. Die Beschränkung des Wachstums der Kompliziertheit der Struktur des Systems bei gegebenem physikalischem Prinzip (Existenz einer Schwelle für die Kompliziertheit der Systemstruktur) [Folge der Zuspitzung der technischen Widersprüche im Bereich der Zuverlässigkeit, eine der Manifestationen von 2.12, entfernt Folgerungen von 5.6 und 2.3]

5.8. Wachstum der Integrität des Systems (Obersystems) im Prozess seiner Entwicklung:

- Erhöhung der Starrheit der Beziehungen zwischen System und Obersystem (Ersetzung organisatorischer Wechselbeziehungen durch physische); die Steifheit von Bindungen „schleicht sich“ entlang der Systemhierarchie nach oben.
- Zunahme der Abhängigkeit des Systems vom Obersystem und des Obersystems vom System, Abnahme des Grad der Unabhängigkeit von Teilen (einschließlich der energetischen Unabhängigkeit)

[Form der Manifestation 1.5, Form der Auflösung des Widerspruchs zwischen 4.2 und 4.3]

5.9. Übergang der Entwicklung ins Obersystem, wenn die Entwicklung des Systems beendet ist (anwendbar bei allen Verbot des weiteren Entwicklung des Systems) [Folge und eine der Formen von 5.8, Form der Auflösung des Widerspruchs zwischen der Notwendigkeit, 2.22 und 2.23 zu sichern, und dem Systemänderungs-Verbot aufgrund der Zuspitzung des technischen Widerspruchs – 2.3]

5.10. Erhöhung der Nutzung der Umwelt (zur Steigerung der Effizienz des Systems wird die *Offenheit* des Systems erhöht):

- Nutzung von Stoffen ist eine der Bedingungen der Existenz der menschlichen Zivilisation
- Nutzung von Energie
 - * in der Anfangsphase der Entwicklung Transformation nach Programm (Nutzung natürlicher Energiequellen – Unregelmäßigkeit, Unmöglichkeit der Konzentration, parametrische Grenzen)
 - * in folgenden Stufen Transformation nach der Energieart (feine Prozesse auf der Mikroebene, Fotozellen, Kernfusion usw.)

[eine der Folgerungen 5.8 und 2.23 in Bezug auf die Umwelt; Form der Auflösung technischer Widersprüche]

5.11. Reduzierung der Verwendung von Ressourcen aus der Umgebung (Zunahme der *Geschlossenheit* des Systems):

- zur Überwindung natürlicher Grenzen
- zur Beseitigung ökologischer schädlicher Effekte
- zur Steigerung der Effizienz des Systems bei der Nutzung von Abfällen (insbesondere wenn die natürlichen Ressourcen erschöpft sind)

[eine der Folgerungen 5.8 und 2.21, Folgerung 2.23. Form der Konfliktlösung zwischen 1.18 und 2.22, Form der Lösung technischer Widersprüche]

5.12. Elimination von Zwischenketten in Systemem und Prozessen [Folgerung 2.2 und 2.23]

5.13. Einführung von Zwischenketten in Systemen und Prozessen [Folgerung 2.2, Form der Lösung technischer Widersprüche; um Widersprüche mit 5.12 zu beseitigen, Form 2.23 verwenden]

5.14. Beseitigung von Funktionsstörungen des Systems sowie von Zwischenstufen (Erhöhung der Prozesskontinuität) [eine der Formen 5.12, Folgerung 2.23]

5.15. Übergang zur direkten Interaktion (Einwirkung), Reduktion von Energiekettenlängen [eine der Formen 5.12. Folgerung 2.23 und 4.3]

5.16. Übergang zur indirekten Interaktion, zur Diskontinuität [eine der Formen 5.13, um den Widerspruch 5.14 und 5.15 zu beseitigen, werden die Formen 2.23 verwendet]

5.17. Erhöhung der relativen Eigenständigkeit von Systemteilen (Verschiebung von „Primärenergieketten“ in Systemteile – Motoren, Formwandler; wird meist von einer wachsenden Kompliziertheit der Bewegungsformen der Materie begleitet - Energiearten verzweigen sich in lokalen Energieketten) [Folgerung 5.15, Form der Realisierung der Anforderungen von 5.4 sowie 2.13; Form der Lösung technischer Widersprüche]

5.18. Raum durch einen nützlichen Prozess ausfüllen (Punkt – Linie – Fläche – Volumen) [Form der Umsetzung der Anforderungen 2.22 und 2.23]

5.19. Reduzierung des Platzbedarfs von Hilfselementen [Folgerung 2.23, Form der Lösung technischer Widersprüche]

5.20. Reduzierung des Platzbedarfs des Hauptprozesses (Konzentration des Prozesses im Raum) [Form der Konfliktlösung zwischen 1.18 und 2.22]

VI. Muster von Änderungen in der Zusammensetzung des Systems

- 6.1*. Wachsende Kompliziertheit der Bewegungsform der Materie im System im Zuge seiner Entwicklung [wie 2.13]
- 6.2*. Die Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen im Prozess der Entwicklung des Systems [wie 2.24]
- 6.1. Die Einbeziehung des Menschen in neu geschaffene technische Systeme [Folgerung 1.20 und 1.28]
- 6.2. Erhöhung des Grads der Artifizialität von System-Elementen im Prozess der Entwicklung [eine der Konsequenzen von 5.11, Form der Manifestation 6.2*]
- 6.3. Einheit von Heterogenität und Homogenität der System-Elemente (Additive, Komposite) [Form der Manifestation 2.2, eine der Formen der Realisierung von 6.2, entfernte Konsequenz 2.23]
- 6.4. „Hybridisierung“ von Systemen an den Grenzen einer funktionalen Nische. Entstehen von Übergangsformen [Konsequenz und eine Form der Realisierung von 4.1]
- 6.5. Komplexe Nutzung der Bewegungsformen der Materie. Einbeziehung niederer Formen der Materiebewegung in Systeme mit höheren Formen der Materiebewegung. [eine Form der Lösung von Widersprüchen zwischen 1.18 und 2.22 im Gegensatz zu 6.1]