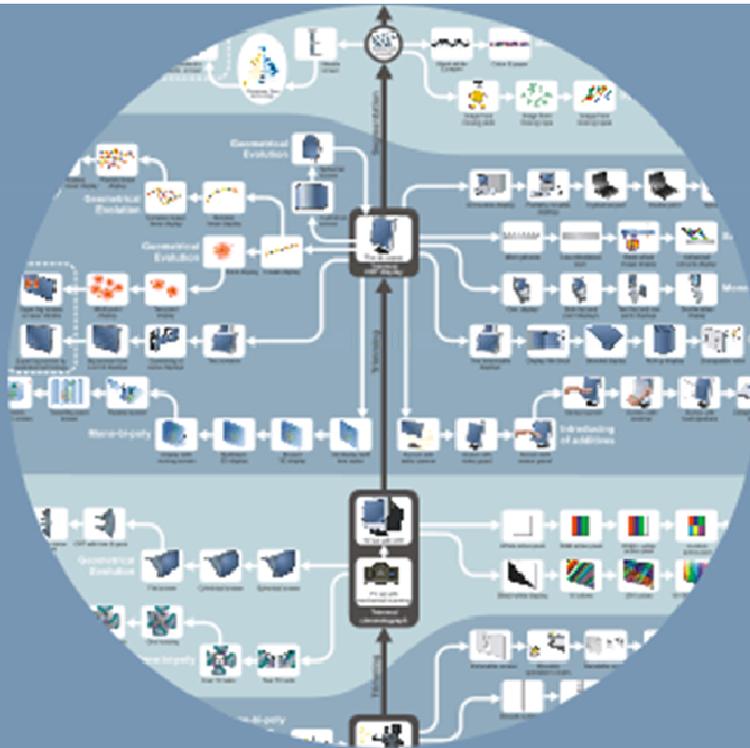


Innovación Sistemática

Árboles de Evolución

Análisis de información técnica y generación de nuevas ideas

Innovación en valor para conseguir protección mediante patentes



Nikolay Shpakovsky

www.innovacion-sistemica.net

Traducción realizada por
Julián Domínguez Laperal

julian.dominguez@innovacion-sistemica.net

Resumen del libro

Árboles de Evolución Tecnológica

Análisis de información técnica y generación de nuevas ideas

Innovación en valor para conseguir protección mediante patentes.

Nikolay Shpakovsky

www.gnrtr.com

Traducido por Julián Domínguez Laperal

www.innovacion-sistemica.net

Sobre el libro

El libro presentado en este extracto es una versión ampliada y extendida del libro electrónico “Procesamiento de la Información Técnica y de Patentes Utilizando Árboles de Evolución” desarrollado conjuntamente con la compañía Mitsubishi Research System y publicado en 2003 en Japón.

La particularidad del acercamiento presentado en el libro consiste en la utilización del llamado “Árbol de Evolución” - un conjunto organizado de modelos de evolución de sistemas técnicos - para estructurar la información técnica y de patentes. La utilización del Árbol de Evolución proporciona ventajas tangibles en todas las etapas de tratamiento de la información - búsqueda, análisis y producción de nueva información. La búsqueda nos permite realizar marcar los límites preliminares del “campo de información”, que aumenta inmediatamente la importancia de información encontrada. El Árbol de Evolución es fácil de analizar debido a lo demostrativo y objetividad de los datos presentados. Actuando de acuerdo con el método especial descrito en el libro e ilustrado con ejemplos, podemos llenar huecos en el Árbol de Evolución en la etapa de análisis. El Árbol de Evolución también ayuda a obtener nuevas ideas y soluciones técnicas, por ejemplo, utilizando nuestro método de la analogía estructural, así como otros métodos innovadores.

Se proporciona consideración especial a los dos principales casos de aplicación práctica del Árbol de Evolución - eludir una patente competidora y el pronóstico de una evolución del sistema técnico - que se ilustran con ejemplos, por ejemplo, analizando como eludir la patente en un dispositivo para alimentar la disolución de acondicionado en una lavadora. El libro comprende muchos ejemplos basados en la experiencia práctica.

El texto del libro se presenta en 250 páginas y comprende 350 ilustraciones y 270 ejemplos, parte de los cuales se presentan como el Árbol de Evolución de la pantalla de visualización y la parte restante es la descripción ampliada de transformaciones de sistemas específicos.

Introducción

Para competir, cada compañía realiza esfuerzos en la mejora de la calidad del producto. En la tranquilidad de laboratorios así como en los bancos de prueba, se ejecuta un amplio trabajo que conduce a la generación de nuevas ideas, nuevo conocimiento que sienta las bases de un prometedor nuevo producto. Se recogen y procesan enormes cantidades de información técnica de patentes y para examinar todas las versiones de un tipo particular de producto disponible en el mercado, para desarrollar y fabricar productos competitivos.

Esto requiere algún tipo de estructura de clasificación - un mapa que permita visualizar todas las versiones existentes de un producto. Sería magnífico que este mapa nos pudiera decir tanto como sea posible acerca de las versiones que aún no existen.

Hemos desarrollado el llamado “Árbol de Evolución” que puede desempeñar la función de este mapa. Este libro está dedicado a los métodos para la construcción y la creación de este árbol. Los métodos se basan en las herramientas de TRIZ (TRIZ se refiere a la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos creada por G. Altshuller). Esta teoría ha demostrado su eficacia en la solución de complicados problemas técnicos. Creemos que las principales tesis de esta teoría son eficaces para describir y analizar las diferentes versiones de un sistema técnico. El hecho es que se tiene que hacer frente a información incompleta, dispersa. Los métodos para el tratamiento de estos datos presentados en este libro y sobre la base de la utilización del Árbol de Evolución, permitirán llevar a cabo un análisis eficaz de grandes volúmenes de información obtenida, así como la búsqueda de interesantes ideas innovadoras.

Con la información técnica y de patentes correctamente organizada dentro del Árbol de Evolución, podemos hacer un pronóstico correcto de la evolución del producto de nuestra compañía, que permite que se tomen decisiones comerciales razonables. La utilización de los árboles de evolución también ofrece buenas oportunidades para bordear las patentes de compañías competidoras y proteger soluciones técnicas propias, incluso la creación de los llamados “paraguas de patentes”.

En términos generales, el Árbol de Evolución es eficaz donde es necesario visualizar el esquema completo de la evolución de un sistema técnico, con todas sus versiones básicas, incluyendo las más notables y prometedoras. Esto es particularmente importante, por ejemplo, para la planificación estratégica de producción, las innovaciones, y los negocios. Los Árboles de Evolución son la base de eficaces métodos para el procesado de información técnica y de patentes con ventajas tangibles sobre los acercamientos convencionales.

Este libro está destinado a personas de diferentes profesiones interesados en la innovación. Estos son, en primer lugar todos los diseñadores e ingenieros, así como estudiantes de universidad de carreras técnicas interesados en el trabajo inventivo. El material presentado en el libro también será interesante y útil a los responsables de las empresas, empresarios, personas dedicadas a la promoción de nuevos productos interesadas en hacerlos competitivos.

El autor del libro está agradecido a todos los que han participado en el desarrollo de este acercamiento, así como en la discusión y actualización del texto del libro, en primer lugar a los colegas del proyecto “Invention Machine”, y a las compañías SAMSUNG y TRIZ-Profy.

Una agradecimiento especial a Viktor N. Baturin quien reunió un equipo creativo, un grupo de profesionales TRIZ y organizó el trabajo de proyectos interesantes que son importantes para Rusia. La atmósfera de cooperación, la discusión creativa característica de este equipo fue muy útil para un fructífero trabajo con el libro.

Contenido del Capítulo 1. “Estructuración del campo de información”

En el pronóstico de la evolución de sistemas técnicos y la búsqueda de nuevas ideas, tratamos con unidades de información - las descripciones de las versiones de interés de un sistema. Para pronosticar, es provechoso suponer que todas estas versiones están dispuestas dentro de alguna región limitada, una especie de “área de pronóstico”. Es mucho más fácil y más conveniente desplazarse a través de esta área, cuando las versiones del sistema son conocidas y dispuestas en un orden adecuado, de modo que podamos ver a todas ellas juntas – tanto las existentes como aquellas que pueden aparecer en el futuro.

En esta situación, podemos construir un modelo de organización de información eficaz, una especie de estructura de información para poderla utilizar en el futuro con el fin encontrar nuevos conceptos. Esta eficaz estructura de información debería poner de manifiesto las versiones del sistema que no aparecen y sugerir que nuevas versiones deberían ser investigadas en el primer lugar.

Cuando solucionamos un problema de pronóstico, la búsqueda de un nuevo concepto puede ilustrarse según el diagrama presentado en la Figura 1. En primer lugar, se analiza la situación inicial, entonces, se sintetiza un nuevo concepto, un nuevo conocimiento. La etapa de análisis está acompañada por una búsqueda de patentes. Se recolecta la cantidad máxima de información en el problema técnico de interés, el prototipo del sistema a mejorarse. El rasgo peculiar de esta etapa es que está acompañada por la extensión de nuestro conocimiento del prototipo y el problema de diseño.

El investigador estructura la información obtenida según sus propios criterios de clasificación. Entonces se realiza el análisis de la estructura producida, y se generan las nuevas ideas y soluciones técnicas. Cuanto mayor es la calidad de la información que completa la estructura, más lógica su clasificación y más alta la calidad del análisis, más eficiente es la segunda etapa de proceso de información – *síntesis*, con la construcción de nuevos conceptos.

El problema principal consiste en ausencia de un método eficiente para la organización y clasificación de la información técnica y de patentes. El problema consiste en que la información obtenida por la búsqueda de patentes es específica y comprende datos sobre versiones diferentes del mismo sistema técnico. Todas las versiones tienen una designación similar, producen el mismo producto, y realizan la misma función útil. El desarrollo de un método de clasificación eficaz para la información obtenida mediante la búsqueda de patentes es un problema clave en el camino hacia la mejora del procesado de la información técnica. Lo más eficaz sería una estructura de información capaz de presentar todas las versiones básicas conocidas de un sistema técnico dado a la vez. Además, es de gran importancia la capacidad de tal sistema de proporcionar información sobre posibles versiones del sistema técnico, pero aún no existentes. Con una estructura de información completa y lógica disponible, y el conocimiento del estado actual del arte, se podría determinar razonablemente el punto inicial del análisis en la elaboración de un pronóstico. Después de determinar qué parámetros productivos han alcanzado ya su potencial, podemos determinar, con un alto grado de la exactitud, versiones esperadas del sistema técnico, es decir, generar soluciones técnicas de pronóstico.

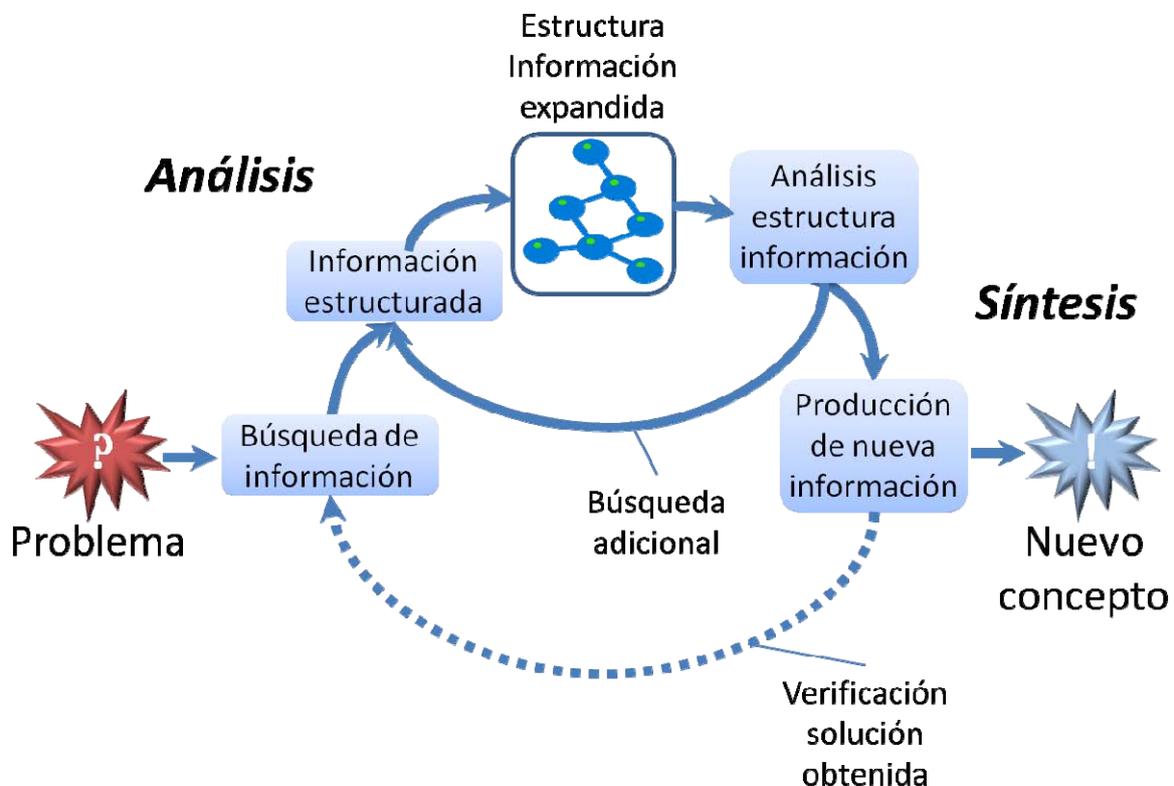


Figura 1. La búsqueda de un nuevo concepto

El problema de una clasificación eficaz de información también es urgente y activamente estudiado en el área de patentes. Aquí existen y se están desarrollando activamente sistemas especiales de clasificación de la información de patentes, donde las patentes se disponen en un orden definido, es decir, el conjunto de la información tiene una estructura definida. Tales estructuras son completamente lógicas al nivel de secciones, presentando sistemas técnicos diferentes, cada uno de los cuales está diseñado para realizar su propia función útil. Sin embargo, dentro de las secciones, donde existen versiones diferentes del mismo sistema técnico, la patente se ordena de forma arbitraria, a veces de manera caótica. La cuestión es que el criterio funcional es inadecuado dentro de las secciones, porque todas las versiones del sistema técnico están diseñadas para realizar la misma función útil; por lo tanto, aquí aparecen resultados de la utilización de muchos criterios de clasificación, a menudo sin relaciones. Éstos pueden ser tanto rasgos de diseño como las particularidades de operación del sistema descrito en la patente. Como resultado, la búsqueda y la organización de información en la base de datos de patentes es bastante dificultosa.

¿Cuál es el mejor método para clasificar las versiones de las transformaciones del sistema técnico?

La disposición en una lista no estructurada o en una tabla de un solo nivel prácticamente no añade ninguna nueva información a la obtenida por medio de la búsqueda. Para organizar y presentar la información estructurada, puede utilizarse una estructura parecida a un árbol donde las versiones de transformación se disponen según algún principio jerárquico. Las variantes descubiertas pueden agruparse por la compañía que patenta o el año de publicación. Tal clasificación proporcionará nueva información – sobre la dinámica de patentes, prioridad de las patentes, compañías principales en la producción de un producto dado. El valor de la información inicial crece en este caso. Uno de los métodos eficaces de clasificación de información de patentes es la clasificación por el principio de operación o algún rasgo característico. Este es el método empleado en clasificación de subclases de patentes de WIPO. Es más eficaz que otros métodos, pero todavía tiene una desventaja importante ya que no es fácil determinar si fueron consideradas todas las versiones posibles del sistema o se perdió alguna.

Algunas clasificaciones difusas de patentes conducen a dificultad para descubrir la necesidad de una patente, mientras que la búsqueda de conceptos de innovación requiere una estructura de clasificación más armoniosa y lógica. Por lo tanto, una óptima estructura de información es un elemento clave para nuevos conceptos y soluciones técnicas.

¿Cuál debe ser una estructura para la clasificación de la información técnica y de patentes?

Para contestar a esta pregunta, permítanos formular una especie de “especificación de diseño” que sería una *lista de exigencias* para el método a desarrollar

- La clasificación debería estar basada en criterios objetivos (exigencia de *objetividad*).
- Debería tener en cuenta todas las versiones de transformación del sistema que se diferencian considerablemente una del otra (exigencia de *completitud*).
- El método de clasificación debería ser general para todos los sistemas técnicos y al mismo tiempo debería ser eficaz para describir las transformaciones de un sistema específico (exigencia de *generalidad* y *precisión*).
- El método de presentación de información debería ser demostrativo al máximo y mostrar la presencia de huecos, lagunas en la base de datos obtenida por medio de la búsqueda de patentes (exigencia *demostrativa*).
- La estructura debería contener datos sobre unidades de información ausentes, suficientes para obtener conceptos para su realización práctica (exigencia *informativa*).

Nuestra tarea es construir una estructura de información capaz de satisfacer todas estas exigencias.

Conclusión: el Capítulo 1 formula las exigencias para una estructura de información eficaz.

Contenido del Capítulo 2. “Modelos de evolución objetivos”

• Concepto de modelos de evolución

Para satisfacer la exigencia de objetividad, es necesario encontrar un método para disponer las versiones del sistema técnico obtenidas por medio de la búsqueda de patentes en ciertas secuencias ordenadas de acuerdo a criterios objetivos. Este problema está considerado por la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos (TRIZ), basándose en leyes objetivas de la evolución de sistemas técnicos, que está ilustrado por los “modelos de evolución de sistemas técnicos”. *El modelo de evolución es una serie de versiones de transformación secuenciales de un sistema técnico o su elemento, dispuesto según el cambio de un cierto parámetro de este sistema.*

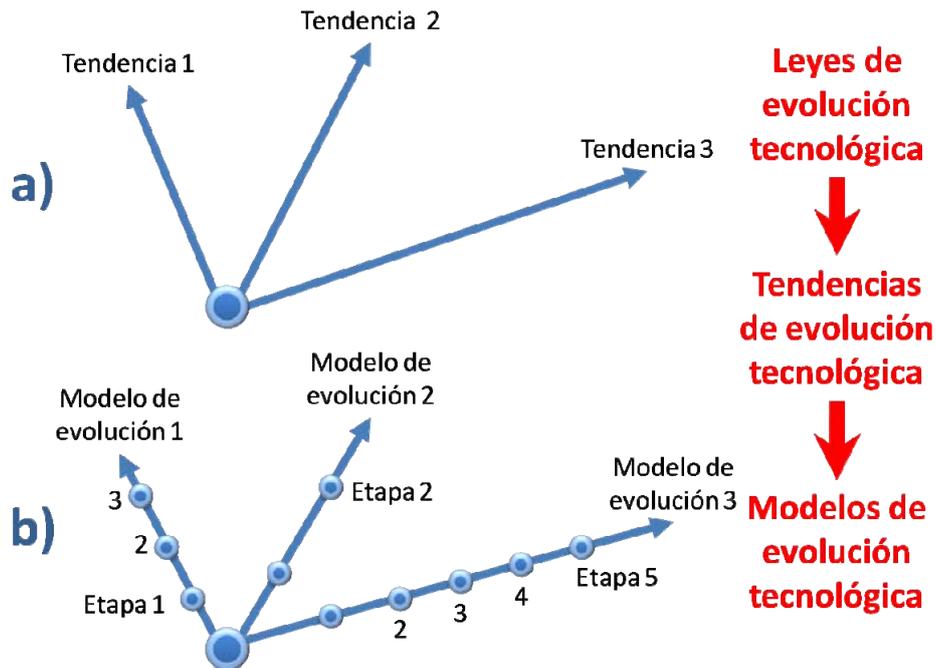


Figura 2. Diseño convencional a) tendencias de evolución, b) modelos de evolución.

El modelo de evolución se utiliza en TRIZ como una herramienta para obtener soluciones técnicas por analogía con otros sistemas técnicos. Además, la organización de la información en modelos de evolución parece muy prometedora para describir la evolución de sistemas técnicos y los elementos del mismo.

Visualicemos la jerarquía de conceptos en TRIZ (Figura 2):

- *Leyes de la evolución* de sistemas técnicos, que describen en relaciones generales entre fenómenos. Las leyes son difíciles de utilizar como instrumentos para la resolución de problemas debido a su generalidad; por esto, la acción de las leyes se describe mediante tendencias y modelos de evolución del sistema.
- Las *tendencias* muestran direcciones generales de la evolución de elementos de sistema de acuerdo con las leyes objetivas de evolución de sistemas técnicos. Una tendencia puede ser representada gráficamente como un vector.
- Los *modelos de evolución* son especificaciones de una tendencia de evolución de un objeto o proceso dado. No es una dirección de evolución, sino una “ruta” detallada con la indicación de las versiones de transformación características de un sistema técnico o su elemento.

Hoy en día, se conocen numerosos modelos de evolución en TRIZ. Son el resultado del estudio de sistemas técnicos reales. Por ejemplo, el modelo “Mono-bi-poli” descubierto por G. Altshuller mediante el estudio e interpretación de la ley de transferencia de un sistema técnico al supersistema (Figura 3).

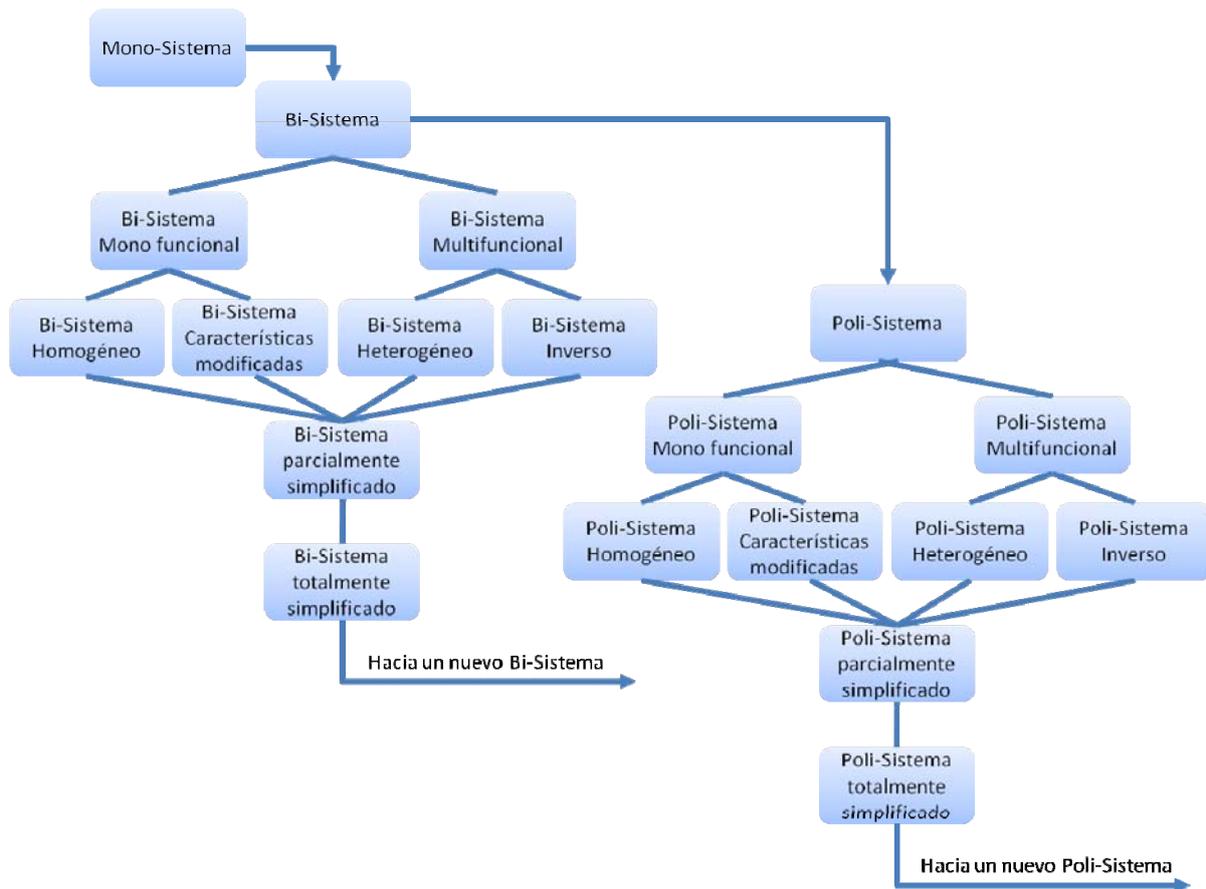


Figura 3. Modelo de "Mono-bi-poli" según G. Altshuller.

La interpretación de este modelo de evolución es como sigue. Durante su evolución, un sistema agota sus recursos y se combina con otro sistema, formando así una estructura más complicada – un bisistema. Varios sistemas al principio independientes pueden unirse para formar un polisistema. La condición básica para la transferencia a bi y polisistemas es la necesidad de mejorar las características operacionales del sistema inicial e introducir nuevas funciones que pueden ser realizadas por un sistema combinado.

Los bi y poli-sistemas pueden ser mono-funcionales y poli-funcionales. Los bi y poli-sistemas monofuncionales consisten en sistemas similares o diferentes que pueden realizar las mismas funciones. Las estructuras Multifuncionales pueden comprender sistemas heterogéneos que realizan funciones diferentes y, como un caso particular, sistemas inversos, realizando funciones contrarias. Generalmente, después de que un sistema se ha combinado con otros sistemas, todos los elementos del polisistema producido comienzan a combinarse en un monosistema de nivel más alto.

Estos poderosos modelos de pronóstico bien desarrollados, como "Mono-bi-poli", son muy eficaces para el análisis de la evolución de sistemas técnicos. Muchos otros interesantes modelos de evolución mostrados por B. Zlotin, Yu. Salamatov, V. Petrov y otros investigadores pueden darse como ejemplo, pero debemos comentar lo siguiente. Los modelos de evolución se proporcionan generalmente como conjuntos secuenciales de versiones de objetos técnicos u operaciones tecnológicas que pueden ser utilizadas para conseguir una orientación en la solución del problema. Para ello, es necesario analizar el modelo de evolución de algún sistema técnico conocido similar y transformar el sistema del interés por analogía con este sistema. La utilización de los modelos de evolución en TRIZ puede ser hacerse aún más eficiente desarrollando mecanismos eficaces.

Además, para describir correctamente el campo de información, los modelos simples, incluso si están basados en leyes objetivas, no son suficientes. El problema consiste en esta evolución de objetos o sistemas no se describe mediante un solo modelo. Normalmente pueden localizarse varios modelos en la evolución de un sistema real. Aquí surge la pregunta de cómo separar un modelo del otro.

El libro demuestra esta idea dando ejemplos de la evolución de dos sistemas, un simple y uno complejo: la regla y el ala de un avión.

La utilización de los modelos de evolución para conseguir una orientación, buscando soluciones a problemas reales por analogía con soluciones técnicas ya conocidas no plantea ninguna dificultad. Pero si nuestra tarea consigue una estructura de información clara, necesaria para hacer un pronóstico de alta calidad de la evolución del sistema, es necesario tener definiciones más estrictas de cada modelo de evolución, separar un modelo del otro y seleccionar el que describe de la manera más adecuada la transformación de los elementos del sistema técnico.

Para conseguir esto, es necesario:

- determinar el modelo del sistema técnico correspondiente al sistema existente y hacer una lista de los elementos principales de este modelo;
- entender cómo evoluciona el sistema descrito por este modelo y determinar el carácter y la secuencia de acciones que cambian sus elementos trasladándose de una versión del sistema a otra.

• Modelo de un sistema funcional

Para analizar un sistema, deberíamos construir un modelo del sistema técnico, es decir, identificar sus partes y relaciones entre estas partes. ¿Qué modelo será el más adecuado para un sistema técnico real?

Para perfeccionar un mecanismo, se ha de tratar con la noción de “sistema técnico” ilustrado por el modelo sugerido por G. Altshuller. El modelo incluye las partes siguientes: un motor, una transmisión, una herramienta y un sistema de control (Figura 4). Aunque la noción “sistema técnico” este descrita por un modelo, este tiene muchas definiciones, e incluso aún más interpretaciones a estas definiciones. La inconsistencia de esta noción está en que, por una parte, TRIZ trata el sistema técnico como un “objeto técnico” y, por otra parte, la estructura del sistema técnico está claramente definida y debería incluir la totalidad de los cuatro componentes arriba mencionados. Para la mayor parte de objetos técnicos esto es imposible, como lo es encontrar un motor en un martillo.

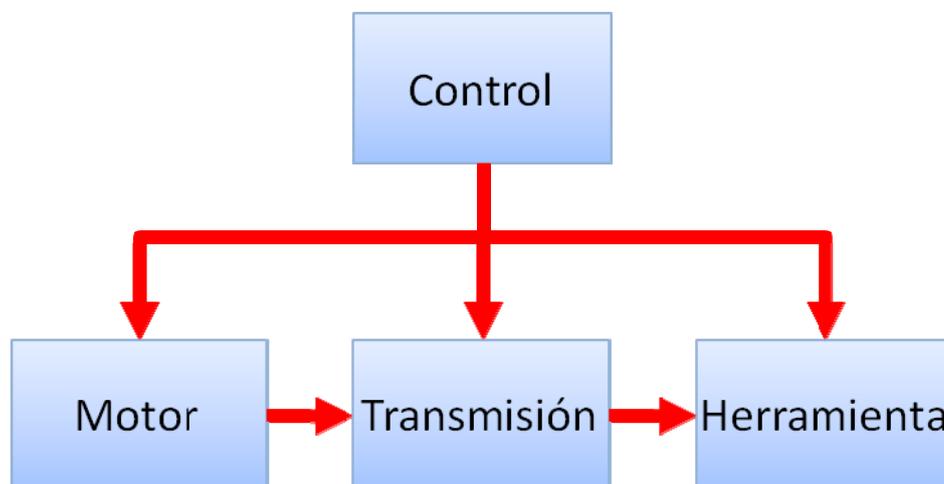


Figura 4. El modelo de G. Altshuller del sistema técnico.

Es necesario desarrollar un modelo más lógico y consistente de un sistema. Hay que entender que para la comparación correcta de sistemas técnicos diferentes, éstos deberían considerarse en condiciones similares que caractericen a un sistema de forma más completa y más objetiva. Puede obtenerse alguna información sobre el sistema analizándolo en cada etapa del ciclo de vida. Sin embargo, algunas características del sistema que se manifiestan durante la operación son importantes para nosotros, cuando el sistema realiza su función útil, fabrica un producto para la producción de aquello por lo que fue creado. El momento más importante para todos los participantes en la creación de este sistema se lleva a cabo sobre el terreno. Sólo la operación de sistema y los resultados de la operación permiten la identificación confiable de la composición y la estructura del sistema, las peculiaridades de la interacción entre los elementos del sistema y proporciona la información necesaria para continuar con el perfeccionamiento del sistema. Por lo tanto, es el modelo de un sistema operativo el que tenemos que construir.

Por lo tanto, el término “sistema técnico” es más adecuado para denotar un conjunto organizado de objetos técnicos. En cuanto a un sistema operativo, vamos a introducir la noción de un “sistema técnico en funcionamiento”.

El sistema técnico en funcionamiento es un sistema que combina todos los elementos necesarios para realizar la función requerida y se considera y analiza durante su funcionamiento.

La composición y estructura de un sistema técnico en funcionamiento se muestra en la Figura 5. El sistema en funcionamiento descrito por este modelo posee dos niveles: un nivel de información y un nivel de objeto, que se relacionan por un operador o control.

En el nivel de información, un operador o el control deberán ser informados sobre la secuencia del proceso a realizar, en cuanto a la realización de la función del sistema. Además, el operador necesita los conocimientos y habilidades para controlar la parte de objeto del sistema y en el caso de que se utilice un elemento de control especial, es necesario especificar el algoritmo de su trabajo.

En el nivel de objeto, el modelo de un sistema técnico en funcionamiento puede comprender las mismas partes que aquellas incluidas en el sistema técnico (ver Figura 4): un motor, una transmisión, y una herramienta que actúa sobre el objeto trabajado. Sin embargo, el sistema en funcionamiento puede utilizar cualquier objeto técnico, por ejemplo, un martillo en un sistema de clavado. Para proporcionar un sistema en funcionamiento, pueden utilizarse los objetos naturales, por ejemplo, una piedra puede utilizarse en lugar de un martillo en un sistema de clavado. A veces, un sistema en funcionamiento sólo puede incluir a un operador. Un electricista que sustituye una bombilla fundida puede servir como ejemplo. Aquí, el hombre funciona no sólo como la función de motor y transmisión, su mano también sirve como una herramienta.

Sería útil introducir el objeto que se transforma en un sistema en funcionamiento y estudiar su dinámica: a partir de la materia prima y, a continuación, los diferentes niveles de procesamiento y, finalmente, el producto acabado. Hay un significativo elemento más en un sistema en funcionamiento - las sustancias, campos y otros sistemas necesarios para el funcionamiento de un operador o una máquina. Para un coche, estos pueden ser combustible, lubricantes, aire, el calor y muchos otros, incluso una carretera. Para un bolígrafo, estos son tinta, calor, fuerza de la gravedad. Para una fotocopidora, estos son electricidad, tóner, documentos a copiar. El operador necesita el aire, el calor, los alimentos y el agua, ropa, calzado, gafas, etc. Además, al examinar la composición de un sistema en funcionamiento, los productos de procesamiento de las sustancias, campos y sistemas suministrados deben tenerse en cuenta, así como la posibilidad de su utilización o su eliminación, por ejemplo, los gases de escape del vehículo debe ser eliminados del vehículo y el calor producido durante el funcionamiento del motor puede utilizarse para calentar el habitáculo.

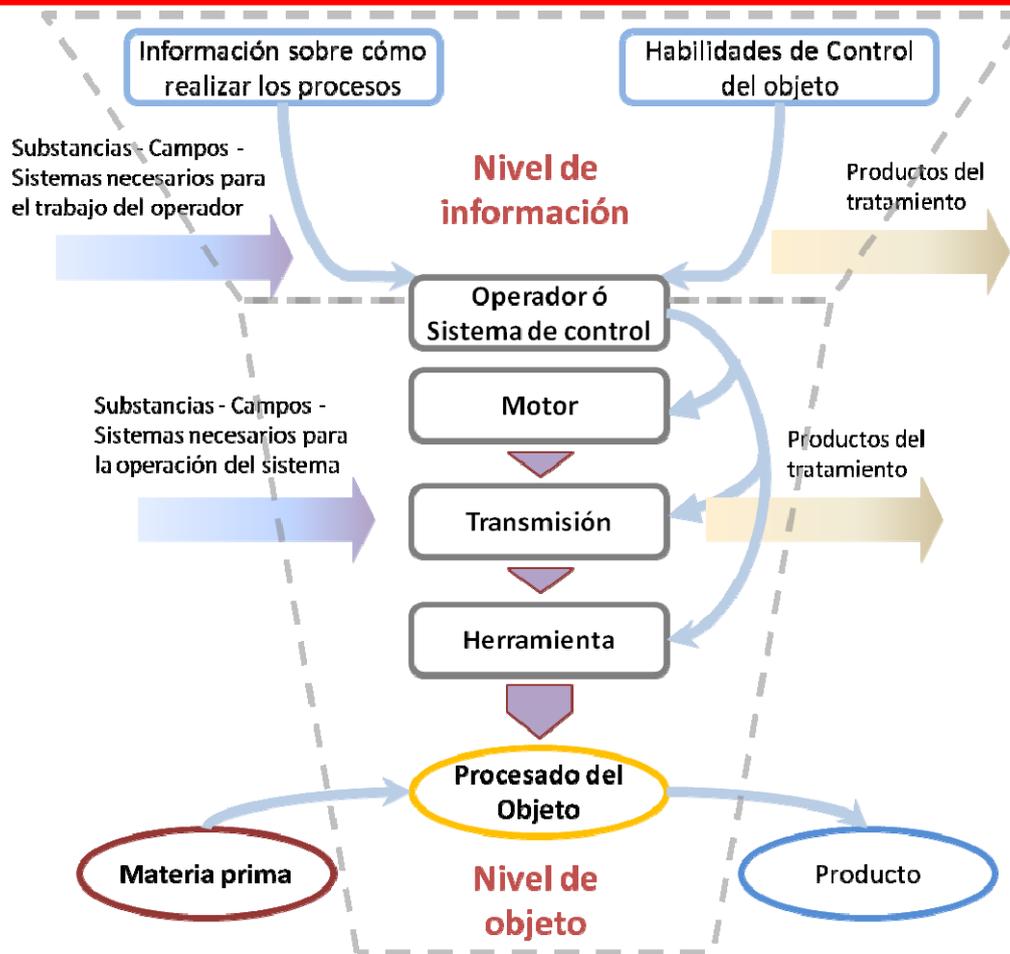


Figura 5. Modelo de un sistema técnico en funcionamiento

Es necesario distinguir entre un sistema en funcionamiento y un sistema de objetos técnicos, una máquina. El sistema en funcionamiento realiza una cierta función en un momento dado. La máquina está diseñada inicialmente para realizar una función principal, la designación de esta función será subjetiva hasta cierto punto, por ejemplo, la máquina puede ser parte de un sistema que realiza la misma función que la función principal de la máquina, pero no necesariamente. Por ejemplo, un vehículo de motor está diseñado y fabricado para transportar cargas y pasajeros. Si se utiliza en un sistema en funcionamiento que tiene la misma función, la herramienta del coche será el cuerpo de camión o la cabina del coche y el objeto tratado será la carga o los pasajeros. Si alguien quiere usar un vehículo de motor para compactar los senderos de un jardín, el sistema en funcionamiento será completamente diferente. Su función será “compactación de suelo”, su herramienta será las ruedas del vehículo y el objeto tratado será el camino del jardín. El vehículo de motor también puede utilizarse con otros objetivos: el parachoques del coche (herramienta) es usado para echar abajo puertas (objeto tratado). Y, finalmente, un conductor que reposa a la sombra del camión será un objeto tratado y el cuerpo de camión será una herramienta que produce la sombra. Todos los sistemas en funcionamiento serán diferentes en este caso, aunque incluyan el mismo sistema de objetos técnicos – un vehículo de motor.

Como tratamos con información técnica y de patentes, es importante que el concepto del sistema en funcionamiento encaje con los modelos usados en la legislación sobre patentes. La comparación demostró que la composición y la estructura del modelo propuesto encajan con la lista de objetos patentados especificados en la legislación sobre patentes. Como la legislación sobre patentes está basada en uno de los métodos de organización de información mejor desarrollados, podemos concluir que el modelo de sistema de funcionamiento es correcto.

En consecuencia, podemos suponer que lo más adecuado y eficaz serán aquellos modelos de evolución que describen las transformaciones de los elementos principales del modelo de sistema en funcionamiento.

Estos son:

- conjunto de objetos materiales,
- descripción de su proceso de interacción,
- sustancias, campos y sistemas requeridos para el trabajo de la parte objeto de un sistema y un operador,
- sustancias, campos y sistemas como productos de procesamiento,
- algoritmos y programas para sistemas de control automáticos,
- programas de formación y cursos.

• Evolución de sistemas en funcionamiento

La evolución de sistemas biológicos y la de técnicos tienen aspectos comunes, pero también tienen una distinción fundamental. Los sistemas biológicos tienen un mecanismo de transformación inherente; para provocarlo, es necesario proporcionar un impulso inicial y mantener condiciones de evolución favorables. Todo el resto será hecho por la planta o el animal mismo. En los sistemas técnicos, cada transferencia de una versión a otra sólo se realiza a expensas de la interferencia externa de una persona, sujeto. En la mayor parte de casos, sin esta interferencia un sistema sólo puede evolucionar hacia la destrucción de su construcción, la pérdida gradual de elementos y otras partes.

¿Cómo evoluciona un sistema en funcionamiento?

TRIZ ha descubierto las leyes de la evolución de sistemas técnicos que convencionalmente se unen en tres grupos – Estáticas, Cinemáticas, y Dinámicas (Tabla 1).

Tabla 1

1.	La ley del sistema técnico completo	Estáticas
2.	La ley de “conductividad de la energía” en un sistema	
3.	La ley de armonización	
4.	La ley de incremento de la idealidad	Cinemáticas
5.	La ley de irregularidad de la evolución de las partes del sistema	
6.	La ley de transición a un supersistema	
7.	La ley de transición al micro-nivel	Dinámicas
8.	La ley de aumento del grado de interacciones sustancia campo	
9.	La ley de crecimiento de la dinamicidad, controlabilidad y desplazamiento del hombre	

Algunos investigadores, el primero de todos G. Altshuller, piensan que las tres leyes del grupo “Estáticas” (Tabla 1) son los criterios o condiciones requeridas para la aparición y existencia de cualquier sistema técnico. En este contexto, podemos decir que un sistema en funcionamiento puede estar en dos estados cualitativamente diferentes:

- en la etapa de creación o transformación (en un “taller”) – en esta etapa, están vigentes las leyes 1-3 de la Tabla 1;
- en la etapa de realizar su función y evaluar los parámetros de rendimiento (en “pruebas”). Aquí, podemos localizar la acción de las leyes 4-9.

Estas dos etapas son fundamentalmente diferentes y tienen distinciones clave considerables. Cuando un sistema se desmonta y reforma en un “taller”, se realizan algunas operaciones necesarias para preparar este sistema para el trabajo. Esto puede estar acompañado por un cambio en su composición (conjunto de elementos por los que está formado) y por un cambio en su estructura (la disposición de estos elementos y forma de las relaciones entre ellos). Así, en la etapa de transformación y creación, sólo podemos hablar sobre algún conjunto de partes de un sistema en funcionamiento, pero el sistema en sí mismo sólo aparece después de realizar todo el

trabajo encaminado a su finalización. En "pruebas", actúa un sistema en funcionamiento completado totalmente y sus parámetros sólo cambian dentro de límites insignificantes.

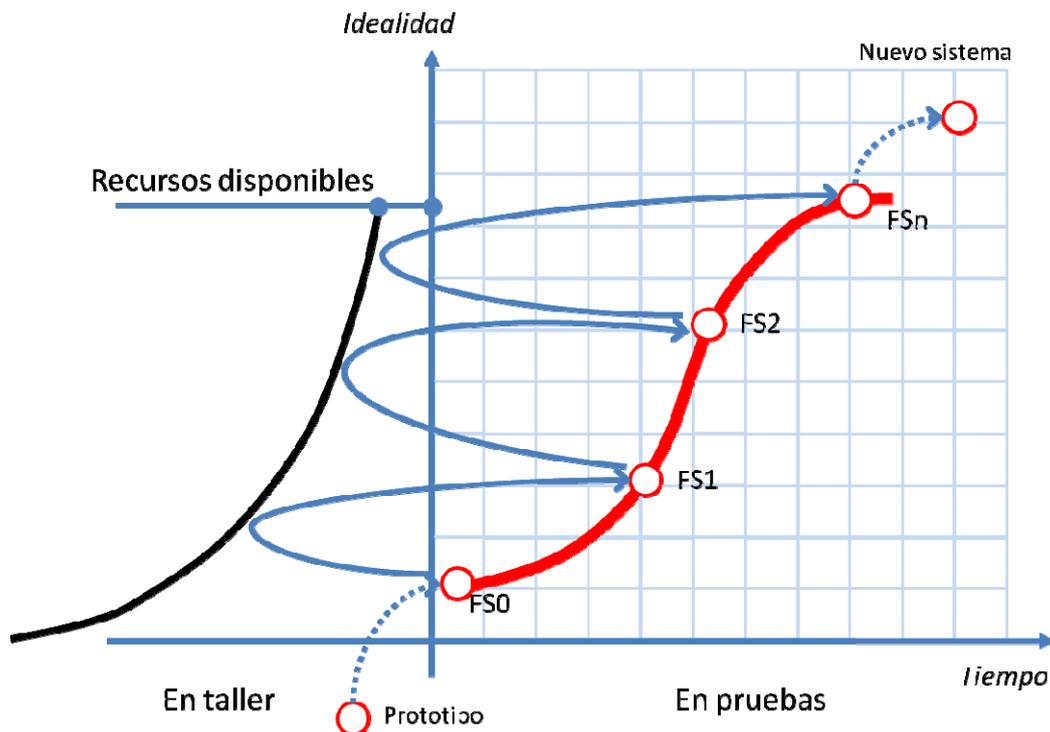


Figura 6. Evolución paso a paso del sistema.

La transformación de un sistema produce la coordinación de los parámetros y modos de operación de todos sus elementos, en primer lugar, de la herramienta y el objeto procesado. Sólo después de tal coordinación, el sistema puede considerarse completamente listo para la transición a un nuevo estado cualitativo, de sólo un "conjunto de elementos" a un "sistema técnico en funcionamiento". Ahora es posible probar la nueva versión de un sistema totalmente preparado y completado, y evaluar sus características de rendimiento. Se concentran los esfuerzos de los diseñadores en el proceso de creación de nuevas versiones del sistema técnico, y la evolución de sistema ilustrada por la curva-S es sólo el resultado visible de este proceso. Así, el proceso continuo de evolución del sistema se realiza paso a paso, a través de una secuencia de transformaciones de estructura discretas (Figura 6). Cuando el sistema evoluciona, se reducen gradualmente los recursos para su mejora, la evolución decelera y el sistema inevitablemente se traslada a un nuevo nivel y es sustituido por una versión esencialmente nueva.

Es obvio que la transformación de un sistema en funcionamiento requiere la realización de algunas operaciones en sus elementos. Las mejores listas conocidas de operaciones realizadas en los elementos de un sistema técnico durante su transformación son los principios de resolución de contradicciones técnicas así como el conjunto de soluciones estándares de problemas inventivos de G. Altshuller y el "fondo Inter-industrial de principios heurísticos de transformación de objetos" compilada por A.I. Polovinkin. Muchas de estas operaciones con leves cambios se superponen unas a otra, pero, sin embargo, aproximadamente 150 operaciones que se diferencian considerablemente pueden seleccionarse para cambiar los elementos de un sistema técnico. Para utilizar una base de datos tan amplia, es necesario reducirla fuertemente, o estructurarla tratando de seleccionar varias transformaciones básicas y utilizando como auxiliares el resto de ellas. Vamos a ver cuáles de las operaciones que transforman un elemento es básica, obligatoria y cuáles de ellas pueden considerarse auxiliares. Para contestar a esta pregunta, vamos a examinar más detalladamente el proceso de transición de un sistema de una de sus versiones a otra.

• Algoritmo de transformación de sistema en tres etapas

Como fue probado por G. Altshuller, cada vez que transformamos un sistema a una nueva versión mejorada, es necesario cumplir tres condiciones requeridas para la existencia de un sistema en funcionamiento completo, absolutamente operable:

1. proporcionar “correspondencia de la composición del sistema a la función que realiza”,
2. establecer relaciones entre los elementos del sistema,
3. coordinar los parámetros y modos de operación de los subsistemas de un sistema particular.

En cada una de estas etapas, tiene lugar la acumulación y organización de los recursos requeridos para la realización de la siguiente etapa. Cuando están satisfechas las condiciones de existencia del sistema, también aumenta la coordinación de los parámetros y los modos de operación de las partes que se relacionan del sistema. Esto finalmente hace posible una coordinación más completa de la herramienta y el objeto tratado, así como la coordinación del sistema y el ambiente.

La satisfacción de estas tres condiciones de existencia de un sistema en funcionamiento puede presentarse en forma de un algoritmo de tres etapas (Figura 7).

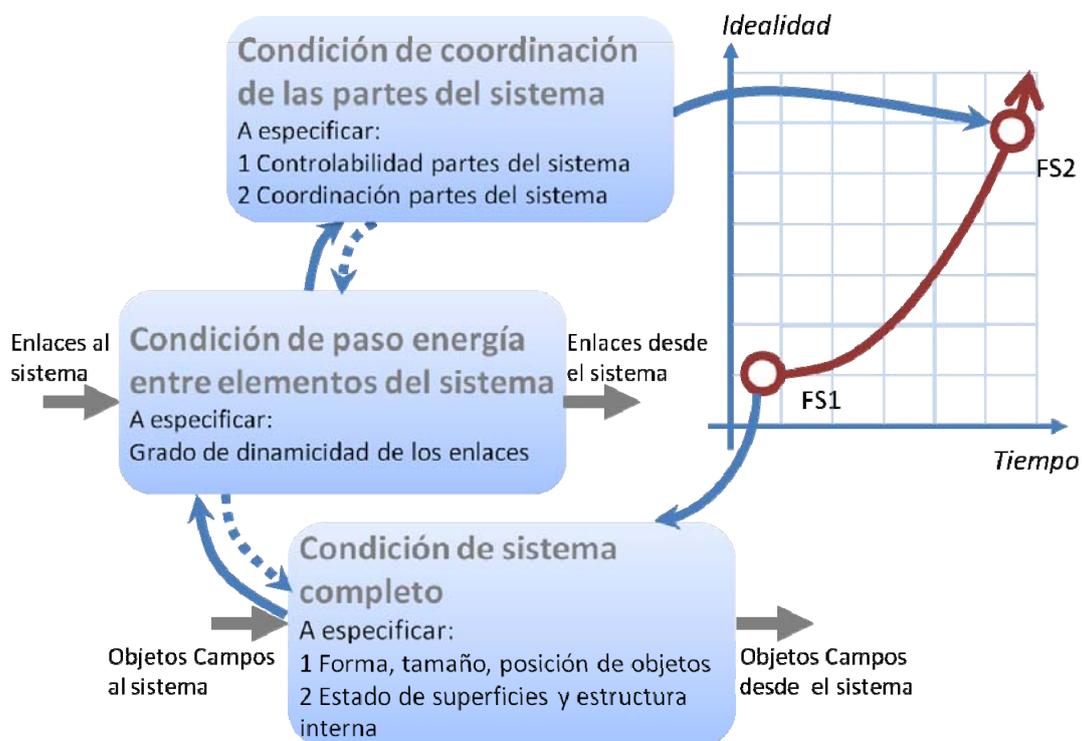


Figura 7. Un algoritmo de transformación del sistema en tres etapas

Etapa 1.

En esta etapa, se satisface la condición principal de existencia del sistema- *el sistema está completo de acuerdo a la función realizada*. Cuando diseñamos una nueva versión del sistema, nosotros podemos introducir algunos nuevos elementos en él - objetos, campos, procesos, o quitar algunos elementos existentes del sistema. Estas operaciones pueden realizarse simultáneamente, sustituyendo un objeto por otro. Un caso especial de producir un nuevo objeto es separar un objeto original en varias partes – segmentación.

En esta primera etapa de trabajo, el sistema consigue la mayor parte de recursos sustancia campo. Después de coordinar la cantidad y el tipo de elementos añadidos, además es necesario emparejar su forma, tamaño y posición mutua; entonces especificar las propiedades de los materiales de los cuales serán fabricados, así como las propiedades de su estructura interna y los parámetros superficiales de los elementos del sistema. La posición, el tamaño y la forma de la estructura así como los parámetros deberán ajustarse con los campos.

Dentro de la primera etapa, podemos hablar sobre las operaciones siguientes:

- introducción de elementos en un sistema,
- eliminación de elementos de un sistema,
- segmentación de los elementos del sistema,
- el cambio de la forma y tamaño de elementos,
- la complicación de la estructura interna de elementos,
- el cambio del estado superficial de elementos.

Etapa 2.

La siguiente condición a satisfacer es *el paso de la energía entre los elementos de sistema en funcionamiento*. Esta condición se satisface organizando los enlaces internos dentro del sistema. Las operaciones realizadas para establecer enlaces son similares a aquellas que proporcionan un sistema completo: podemos introducir o quitar una o varias relaciones o sustituir un enlace por otro.

Después de que han sido introducidos los enlaces en las posiciones necesarias dentro del sistema, deberá especificarse su carácter. Las relaciones pueden ser tanto rígidas como flexibles, con diferentes grados de libertad, por ejemplo, tipos diferentes de eje de unión. Los objetos materiales pueden estar conectados por campos. En el primer caso, es necesario proporcionar la dirección principal del paso de energía en el sistema: de un motor mediante una transmisión a una herramienta. También, es importante establecer enlaces rígidos y flexibles entre las partes del sistema y el control. El establecimiento de enlaces rígidos y flexibles entre las partes de sistema constituye una especie de marco lógico conectado, el sistema base donde los elementos manejables, dinamizados del sistema puede regularse por medio de enlaces flexibles.

Dentro de la segunda etapa, pueden realizarse las acciones siguientes:

- introducción de elementos de enlace en un sistema,
- eliminación de elementos de enlace en un sistema,
- proveer la movilidad de enlaces,
- proveer cambio de parámetros de campos.

Etapa 3.

El sistema se comprueba en cuanto a la coordinación de su funcionamiento con las condiciones de rendimiento de la operación principal – la acción de la herramienta sobre el objeto procesado. Como la composición, la estructura y el carácter de la interacción de los elementos del sistema ya han sido determinados en general, el control optimiza la operación del sistema y especifica los parámetros de sus elementos.

Aquí, es necesario comprobar los elementos del sistema para la adecuada coordinación de los parámetros de los elementos del sistema encontrados en las dos primeras condiciones. Deberá realizarse la coordinación final de la interacción de los elementos del sistema de acuerdo con el proceso tecnológico de su operación, si es necesario. Los elementos de la mayor parte del sistema han sido conectados en las etapas anteriores y han fijado rígidamente los parámetros que proporcionan la operación de sistema. Los parámetros de algunos elementos deberán ser coordinados durante la operación eliminando regularmente sus desviaciones de los valores óptimos. Parte de los elementos del sistema requiere el *control operacional* – cambio permanente de acuerdo con las condiciones de cambio de la operación.

Cuando un sistema tiene un grado alto de coordinación inicial, es comparativamente fácil de controlar y casi no requiere ningún control en tiempo real. Por ejemplo, los coches de una montaña rusa están bien coordinados con las condiciones de movimiento y sólo requieren la aceleración al principio y la parada al final del camino. Si la coordinación se consigue sobre todo por el control en tiempo real, el trabajo del operador no es fácil. Un ejemplo de la coordinación mínima es un dispositivo de Buggy-Rollin para patinar sobre el asfalto, que consiste en múltiples patines unidos directamente a un cuerpo humano: rodillas, pies, manos, codos, etc. Los patines no están relacionados el uno con el otro y sólo son combinados en un sistema por los esfuerzos de los patinadores. El patinaje de Buggy-Rollin no es fácil porque uno no sólo tiene que seguir los giros en el camino, sino también sostener cada patín en una posición adecuada.

La comprobación de los elementos del sistema de acuerdo al grado de coordinación y finalmente la coordinación todos los parámetros y las acciones de sus elementos son la etapa de final diseño en la cual pueden realizarse las transformaciones siguientes:

- suministro de un control operacional,
- introducción de una nueva operación en un proceso,
- eliminación de operaciones de un proceso,
- segmentación de una operación en otras más pequeñas,
- combinación de varias operaciones.

De esta forma, el grado de coordinación de parámetros y modos de operación de los elementos del sistema con el proceso realizado aumenta cuando se realiza el algoritmo de tres pasos:

- La *coordinación inicial* de los parámetros del sistema con algunas condiciones de operación llevadas a cabo en la etapa de diseño. Esta coordinación puede ser estática – un coche es estable tanto cuando este está parado como cuando se mueve. Ejemplo de la coordinación dinámica es una bicicleta; sólo es estable en movimiento.
- La *coordinación periódica* que se realiza de vez en cuando durante la operación de sistema por medio de ajustes de compensación.
- La *coordinación final* de parámetros del sistema con las condiciones cambiantes de operación, que necesita una posibilidad del control operacional, es decir, un cambio rápido y relativamente simple de los parámetros del sistema con un cambio en los parámetros de su funcionamiento.

¿Cómo podemos conseguir una lista de los principales modelos de evolución?

Es necesario combinar todos ellos en una lista simple de operaciones realizadas en cada etapa de transformación de los elementos de la parte de objeto del sistema. Como resultado, obtuvimos una lista de diez operaciones principales (columna izquierda de la tabla 2).

Entonces, habiendo coleccionado una base de datos de modelos de evolución de sistema técnicos conocidos por TRIZ, seleccionamos aquellos que podrían obtenerse como consecuencia de cada operación. Por ejemplo, la realización de la operación “Segmentación” en algún elemento varias veces al final causará un conjunto de versiones de este elemento dispuesto a lo largo de la línea del modelo “Segmentación de objetos o sustancias”.

Los modelos de evolución principales se presentan en la columna derecha de la Tabla 2.

Tabla 2

	Operaciones realizadas por transformación del sistema	Modelos de evolución correspondientes
1.	<i>Introducción de elementos y enlaces en un sistema</i>	<i>Transferencia de un mono-sistema a bi- y poli-sistema (Mono-bi-poli)</i>
2.	<i>Eliminar elementos y enlaces de un sistema</i>	<i>Simplificación: Simplificar un sistema</i>
3.	<i>Sustitución de elementos y enlaces por otros</i>	<i>Expansión- Simplificación de un sistema</i>
4.	<i>Segmentación de un sistema</i>	<i>Segmentación de objetos y sustancias</i>
5.	<i>Cambio de la forma y tamaño de los elementos del sistema</i>	<i>Evolución geométrica de objetos</i>
6.	<i>Cambio de la estructura interna de un sistema</i>	<i>Evolución de la estructura del objeto</i>
7.	<i>Cambio del estado superficial de los elementos del sistema</i>	<i>Evolución del microrelieve de la superficie del objeto</i>
8.	<i>El suministro de la movilidad de enlaces entre elementos y posibilidad de cambiar otros parámetros del sistema</i>	<i>Dinamización</i>
9.	<i>Suministro y facilitación de control operacional</i>	<i>Aumento de la controlabilidad del elemento del sistema</i>
10.	<i>Verificación y mejora de la coordinación de funcionamiento de los elementos del sistema</i>	<i>Aumento de la coordinación de funcionamiento de los elementos del sistema</i>

Por lo tanto, construyendo el modelo correcto de un sistema y analizando orden de las acciones destinadas a su transformación hemos obtenido una lista de modelos de evolución que describen, de la manera más adecuada, las transformaciones de un sistema técnico y de sus elementos.

Retrocediendo al funcionamiento del sistema modelo (Ver Figura 5) permitirá observar, en primer lugar, que la evolución de los modelos derivados describen la evolución de los elementos materiales del sistema - sustancias, campos, y fuerzas. Los modelos de evolución de los procesos están fuera del alcance de este libro.

Vamos a considerar los modelos de evolución principales de los elementos del sistema (en el libro se proporciona una descripción detallada ilustrada por ejemplos):

“Transferencia Mono-bi-poli”

La transición de un monosistema a bi-y polisistemas, que por lo general se refiere como “Mono-bi-poli”, demuestra la expansión de un objeto mediante la combinación con objetos similares. La versión inicial “Mono-bi-poli” es algún objeto o sistema simple.

Las siguientes etapas pueden ser:

- introducción de un objeto adicional en un sistema;
- introducción de varios objetos adicionales,
- transición a un monosistema de un nivel más alto.

Simplificación

La simplificación de un sistema significa combinar funciones del sistema en algún elemento a fin de eliminar los elementos liberados. Desde el punto de vista de la evolución tecnológica, la simplificación es tratada, generalmente, como una simplificación del sistema. La versión inicial del modelo de “simplificación” es alguna estructura original de un sistema técnico a simplificar eliminando algunos elementos.

El modelo puede incluir los pasos siguientes:

- eliminar un objeto de un sistema,
- eliminar varios objetos de un sistema,
- transición a un sistema máximamente simplificado,
- utilización de un sistema ideal.

Expansión Simplificación de un sistema

Este modelo ocurre como consecuencia de una ejecución secuencial de dos operaciones descritas con relación a los modelos anteriores: en la etapa inicial, se introducen nuevos elementos en un sistema, así se expande el sistema (modelo “Mono-bi-poli”) y en la última etapa, los elementos son eliminados del sistema (modelo de “Simplificación”).

El modelo “Expansión Simplificación” comienza con algún objeto simple de un sistema y puede incluir los pasos siguientes:

- | | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | • Formación de un núcleo funcional de un sistema y proporcionar la mínima operatividad de un sistema |
| Expansión | • Introducción de un objeto adicional en un sistema |
| | • Introducción de varios objetos adicionales |
| | • Formación de un sistema completo y proporcionar una operatividad satisfactoria |
| Simplificación | • Eliminar un objeto de un sistema |
| | • Eliminar varios objetos de un sistema |
| | • Transición a un sistema máximamente simplificado |
| | • Transición a un sistema ideal |

Segmentación de objetos y sustancias

Este modelo supone una serie de transformaciones del objeto mediante la segmentación secuencial del objeto en pequeñas partes, hasta átomos y moléculas, con la transición al nivel de campos y vacío. Comienza por un objeto como pieza simple y puede incluir los pasos siguientes:

- transición a un objeto segmentado en dos partes,
- transición a un objeto segmentado en muchas partes,
- transición a gránulos,
- transición a polvo,
- La segmentación de un objeto al nivel molecular:
 - transición a una sustancia parecida a una pasta,
 - transición a un fluido,
 - transición a espuma,
 - transición a neblina-humo,
 - transición a gas,
- La segmentación de un objeto al nivel de partes de átomo;
 - transición a plasma.
- La segmentación de un objeto al nivel de campo.
 - transición a interacción de campo.
- La segmentación de un objeto a vacío.
 - transición a vacío.
- Utilización de un sistema ideal.

Evolución de propiedades superficiales

Este modelo es una serie de objetos que tienen estados diferentes en la superficie. Comienza con un objeto superficial liso y puede incluir los pasos siguientes:

- formación de proyecciones y cavidades,
- formación de superficie de perfil fino,
- utilización de una superficie que tiene propiedades especiales.

Evolución de estructura interna

Este modelo manifiesta versiones del estado espacial interior del objeto. Comienza por una versión del objeto que tiene una estructura interior continua y puede incluir los pasos siguientes:

- introducción de vacío,
- formación de varios volúmenes,
- separación del espacio en volúmenes múltiples,
- introducción de campos y fuerzas.

Evolución geométrica

La evolución geométrica es una serie de objetos con forma geométrica diferente. Comienza con un elemento geométrico simple (punto) y puede incluir los pasos siguientes:

	<ul style="list-style-type: none"> • Punto
Transición de punto a línea	<ul style="list-style-type: none"> • línea recta • línea curva en una dirección • línea curva en dos direcciones • línea compleja
Transición de línea a superficie	<ul style="list-style-type: none"> • la superficie plana

	<ul style="list-style-type: none"> • superficie cilíndrica • superficie esférica • superficie combinada
Transición de superficie a volumen	<ul style="list-style-type: none"> • prisma • cilindro • esfera • estructura compleja 3D

Dinamización

La dinamización es una serie de objetos dispuestos con el fin de aumentar la movilidad, dinamicidad, principalmente a expensas de cambiar sus parámetros básicos. El primer paso de este modelo corresponde una versión de sistema donde las partes del sistema están conectadas rígidamente unas con otras. El modelo puede incluir los pasos siguientes:

- transición a un sistema que móvil en una dirección,
- aumento del grado de libertad de los elementos del sistema,
- transición a enlaces flexibles,
- transición a un sistema con partes con enlaces de campo,
- transición a un sistema con partes separadas.

Aumento de controlabilidad

Este modelo demuestra la simplificación de la interacción entre un operador o un dispositivo de control y la parte objeto del sistema. El modelo comienza con la versión del sistema donde sus elementos sólo tienen coordinación preliminar, pero no tienen el control en tiempo real de un operador o un programa de control. El modelo puede incluir los pasos siguientes:

- control manual,
- transición a control semiautomático,
- transición a control automático.

Aumento de coordinación

La coordinación de todos los parámetros, características y operaciones de los elementos del sistema con las particularidades del desempeño de su función principal – interacción con el objeto que está siendo procesado – es el objeto de todas las operaciones del diseñador. La coordinación se verifica en todas las etapas de transformación del sistema. Las posibilidades de coordinación del sistema se observan mejor cuando el sistema ya ha sido diseñado y está listo para funcionar. Debería comprobarse el sistema de forma que posea la suficiente coordinación mediante diferentes parámetros:

- la coordinación de las *funciones* ejecutadas por los elementos del sistema con la función útil principal del sistema;
- la coordinación de la *composición y estructura* del sistema destinada a que sólo perduren los elementos del sistema necesarios para el desempeño de su función y en la organización de estos en una estructura óptima;
- la coordinación de los *diferentes parámetros de las partes del sistema* - forma, tamaño, estado de la superficie y estructura interna de los elementos que interactúan en el sistema - tanto entre sí y como con el medio ambiente;
- la coordinación de *ritmos (frecuencias)*, la secuencia de funcionamiento de las partes del sistema permite sintonizar el funcionamiento de dicho sistema a un ritmo, amplificando la acción de las partes del sistema debido a la operación en el modo de resonancia;
- la coordinación de los *materiales* utilizados en la fabricación de las partes del sistema con la complejidad de estas piezas permite elegir la óptima fabricación y tecnología de funcionamiento del sistema.

La versión inicial del modelo “Aumento de coordinación” equivale a un sistema con elementos no coordinados o mal coordinados. Los parámetros de las partes del sistema se coordinan principalmente mediante una coordinación preliminar y periódica mientras está ausente la coordinación final. El modelo puede incluir los pasos siguientes:

- transición a un cambio de parámetros paso a paso,
- transición a un cambio de parámetros gradual,
- recuperación (uso repetido) de energía.

• Reglas de construcción de modelos de evolución

Cuando construimos y utilizamos modelos de evolución, es importante cumplir con las reglas siguientes:

1. la regla de unidad de las propiedades del objeto transformado y del tipo de transformación,
2. la regla de jerarquía completa de transformación y acción,
3. la regla de comprobación de coordinación,
4. la regla de generalización óptima de la información.

Cumpliendo con *la primera regla*, es necesario tener en cuenta, que un modelo correctamente construido describe los resultados del uso secuencial de una sola operación. Esta operación está destinada a cambiar sólo una propiedad del objeto que se transforma.

Si es necesario transformar una superficie, un modelo debería describir el cambio secuencial de una de las propiedades superficiales, por ejemplo, la forma. Otro modelo puede describir la evolución de propiedades superficiales o propiedades dinámicas de la superficie, etc.

Según *la segunda regla*, cuando transformamos un sistema, todas las operaciones con sus elementos se realizan en un orden determinado. Cada una de las acciones subsecuentes de transformación sólo podrá realizarse después de que se creen las condiciones y se proporcionen los recursos por medio de la realización de la acción anterior. Por lo tanto, existe una cierta jerarquía de las acciones realizadas durante la transformación del sistema, así como una jerarquía de las pautas de evolución establecidas como resultado de cada una de estas acciones. Esta es la forma de como entendemos esta jerarquía (Figura 8):

1. introducción de nuevos objetos, procesos, campos y fuerzas o segmentación de los existentes,
2. coordinación de la forma, tamaño, y las propiedades de las superficies con la estructura interna de los elementos del sistema, parámetros del proceso, campos, y fuerzas,
3. dinamización de conjuntos de objetos, procesos, campos, y fuerzas,
4. suministro de controlabilidad de los elementos del sistema,
5. y como resultado, coordinación la acción de los elementos del sistema.

En cada transformación del sistema, es necesario ejecutar la secuencia entera de acciones proporcionadas por el algoritmo de tres etapas (ver Figura 7). El conjunto de acciones debería implicar la producción de una nueva versión del sistema en funcionamiento.

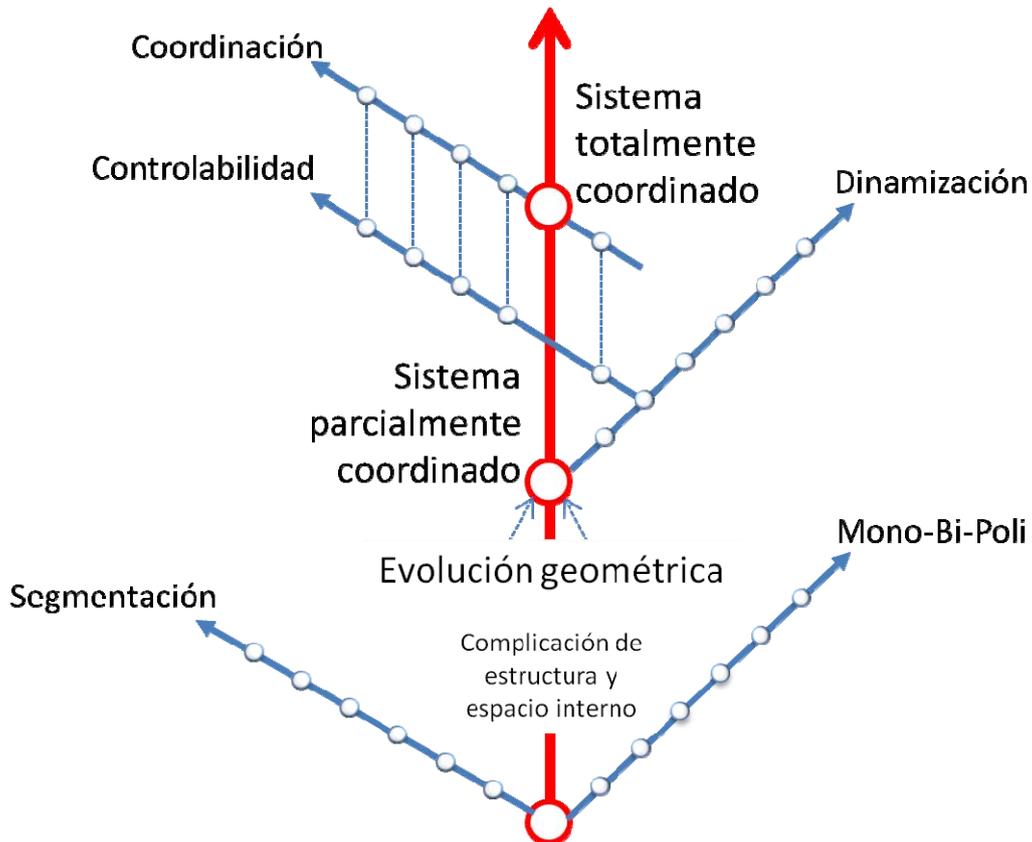


Fig. 8. Jerarquía de las acciones destinadas a la transformación de los elementos del sistema.

La tercera regla surge a partir de la segunda.

Después de cada ciclo de transformación, se comprueba la coordinación del sistema. Esto se realiza en orden inverso al orden de ejecución de las operaciones de acuerdo con la regla dos, es decir, para acoplar las operaciones de los elementos del sistema, estos elementos deberían ser controlables. Para que los elementos sean controlables, es necesario tener la posibilidad de cambiar los parámetros de estos elementos durante la operación; por esto, estos deberán ser dinamizados. Es muy difícil dinamizar un objeto de monolito rígido o un proceso con parámetros exactamente predeterminados. Por lo tanto, es necesario complementar el sistema con algunos objetos (o procesos) o segmentar los objetos disponibles (o procesos) para tener parámetros diferentes y *acoplar los parámetros de las partes obtenidas unos con otros.*

Por ejemplo, para proporcionar un movimiento controlable de un aeroplano, es necesario modificar la forma del ala. La forma de ala debería ser controlada desde la cabina del piloto. Para proporcionar controlabilidad, es necesario que el ala sea dinamizada, es decir, que sean móviles el ala entera o sus partes. Los recursos de Dinamización pueden obtenerse separando la parte inferior del ala del cuerpo de ala. También, pueden añadirse timones adicionales en el borde posterior del ala, su forma puede acoplarse y enlazarse, por ejemplo, mediante la introducción de mecanismos de articulación.

La cuarta regla determina el grado de generalización de la información. Según el objetivo del análisis, es necesario encontrar el grado óptimo de diferencia entre transformaciones en cada caso particular, porque una especificación excesiva aumenta el número de versiones con una diferencia insignificante e impide el análisis, mientras que la generalización excesiva no aporta una contribución decisiva. Es importante que la transformación tenga una diferencia cualitativa.

Conclusión: el Capítulo 2 establece diez modelos de evolución básicos de elementos técnicos para la base del análisis de un sistema en funcionamiento y sus particularidades de evolución.

Contenido del Capítulo 3: “Construyendo un Árbol de Evolución”

• Función Elemental: ¿cómo puede ser descrita?

El modelo de un sistema para realizar una función requerida comprende: una herramienta (elemento que realiza una acción), el objeto tratado (el elemento del sistema sujeto a la acción) y la interacción entre estos dos elementos. Este es el conjunto mínimo de elementos; su número puede aumentar.



Figura 9. Realización de una función

Para describir el desempeño de una función elemental, puede utilizarse un cuadro morfológico de dos ejes. Un eje con las versiones de la herramienta mientras que el otro muestra las versiones del objeto procesado (Figura 10). Las celdas de la tabla morfológica pueden completarse con todas las posibles versiones de los elementos que interactúan utilizando el modelo de evolución donde están localizadas las variantes específicas de estos elementos.

Aquí surge una pregunta: ¿Cuál es el mejor modo de disponer los modelos de evolución de la herramienta en el eje del cuadro morfológico?

El cuadro morfológico se muestra en la Figura 10 satisfaría la solución del problema si todas las versiones de los elementos fueran descritas únicamente por un modelo de evolución. Sin embargo, son necesarios varios modelos. Por lo tanto, es necesario determinar su disposición racional en los ejes del cuadro morfológico.

Los modelos de evolución podrán organizarse secuencialmente en ejes de cuadros morfológicos, uno tras otro, o pueden comenzar del mismo punto (Figura 11). Sin embargo, como se mostro anteriormente, los modelos de evolución muestran los resultados de acciones destinadas a transformación del sistema que se llevan a cabo en una determinada secuencia: cada acción consecutiva se realiza con los resultados de la versión anterior. Esto determina una cierta jerarquía del modelo (ver Figura 8) según la cual un nuevo patrón puede empezar desde cualquier punto, desde cualquier versión de transformación. Por lo tanto, la disposición de los de modelos en forma de una estructura parecida a un árbol transmite más adecuadamente la esencia de las acciones destinadas a la transformación de un sistema en su conjunto y sus elementos.

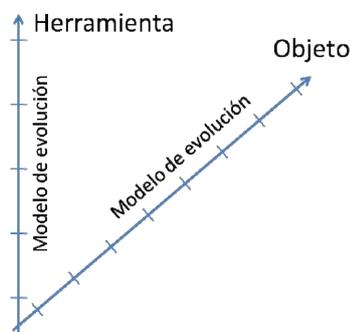


Figura 10. Un cuadro morfológico simple para la herramienta y el objeto.

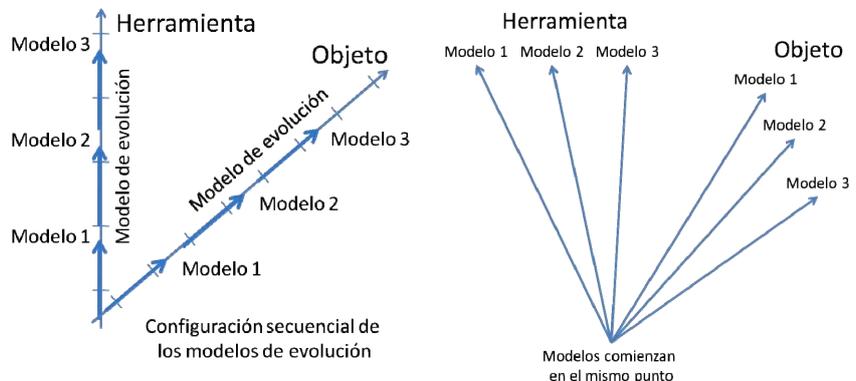


Fig. 11. Disposición de los modelos de evolución en ejes de cuadros morfológicos

Llamaremos a la estructura, donde se observa la evolución de sistema a través del cambio de algunos de sus parámetros, el *Árbol de Evolución Tecnológica*.

La estructura de un Árbol de Evolución real se da en la Figura 12. Cada rama del Árbol es un modelo de evolución de uno de los elementos del sistema de interés y equivale a tendencias de evolución objetivas. Siempre aparece el modelo principal inicial, que comienza directamente de la versión inicial de un objeto técnico. Las versiones del objeto dispuestas en cada punto del modelo principal pueden servir como inicio para las ramas de los modelos de segundo orden. Cada nivel consecutivo de la jerarquía de Árbol se representa por modelos construidos sobre las ramas de modelos anteriores. Un conjunto de modelos así dispuestos forman la estructura más simple del Árbol. En la construcción de Árboles de Evolución reales, es necesario contemplar cierta secuencia de acciones y tener en cuenta una serie de reglas consideradas a continuación.

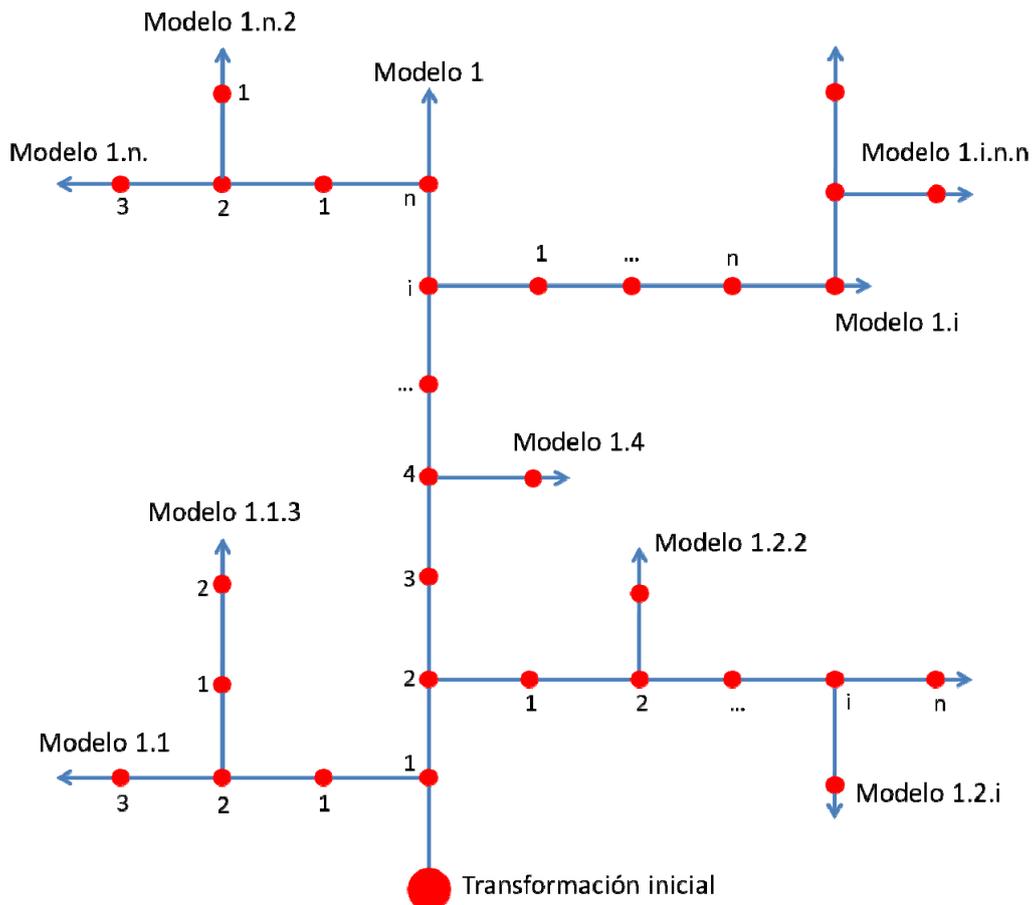


Figura 12. Estructura del Árbol de Evolución

En principio, no hay ninguna limitación, acerca del número de los niveles jerárquicos, o acerca del número de modelos utilizados para construir un árbol de modelos, es decir, el Árbol de Evolución de cualquier objeto técnico puede continuar indefinidamente, según el número de modelos de evolución de un nivel jerárquico, y en profundidad, según el número de estos niveles. Puede decirse que el Árbol de Evolución tiene ciertas propiedades de una estructura fractal infinita. Un fractal es un conjunto similar a sí mismo, es decir, un conjunto que tiene la misma estructura tanto si es grande como pequeño. La teoría de fractales está bien elaborada, crea las premisas objetiva para las matemáticas del proceso de información utilizando el Árbol de Evolución.

La utilización de una estructura parecida a un árbol ayuda a visualizar posibles versiones de transformación de los elementos del sistema y simplifica bastante la exploración de la diversidad de estas versiones. En este caso, cada eje de nuestra tabla morfológica para la herramienta y el objeto no será un conjunto de varias versiones de transformación de los elementos, a menudo arbitrarias, sino un Árbol de Evolución donde todas las versiones básicas están dispuestas en un cierto orden.

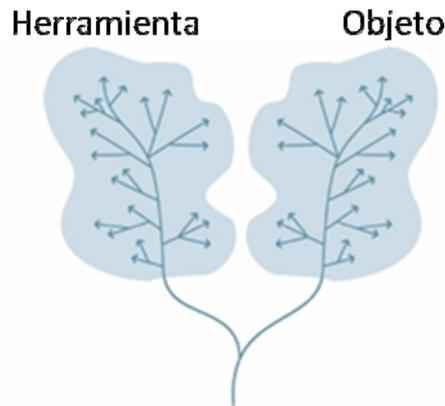


Figura 13. Una tabla morfológica que tiene ramas de estructuras con forma parecidas a un árbol

La consideración del par "herramienta-objeto", seleccionando consecutivamente cada par de estos elementos componentes en el Árbol de Evolución permite apreciar todos los métodos principales sobre cómo realizar una función de interés. Esto proporciona un análisis de la información de calidad para obtener el pronóstico de soluciones técnicas.

• Árbol de Evolución Básico y específico

Cada modelo de evolución existe como tal a dos niveles – a nivel abstracto donde las secuencias de transiciones generalizadas tienen el sentido de un modelo de transformación y es similar la evolución de múltiples objetos técnicos, y a nivel donde se dan las descripciones de los objetos técnicos específicos con la explicación de estas transformaciones abstractas.

Según esta división del modelo en un nivel abstracto y un nivel específico, podemos construir un árbol de Evolución a dos niveles. Un Árbol de Evolución que tiene sus ramas en la forma de descripciones abstractas de modelos de evolución se le denominará básico, y aquel construido para un objeto técnico real será descrito como específico.

El Árbol de Evolución para un objeto específico será único debido a las particularidades del problema a resolver, la disponibilidad de la información, la tarea de investigación concreta, etc.

- *Como medio de ilustración, el libro proporciona una detallada descripción del Árbol de Evolución de la pantalla, que muestra la evolución tecnológica de la pantalla comenzando por un simple elemento óptico mediante la cinematografía, el televisor de tubo de rayos catódicos, la pantalla plana hasta una pantalla ideal que es un dispositivo que induce la imagen directamente en el cerebro del usuario.*

ÁRBOL DE EVOLUCIÓN DE LA PANTALLA

Método para bordear patentes competidoras y crear paraguas de patentes

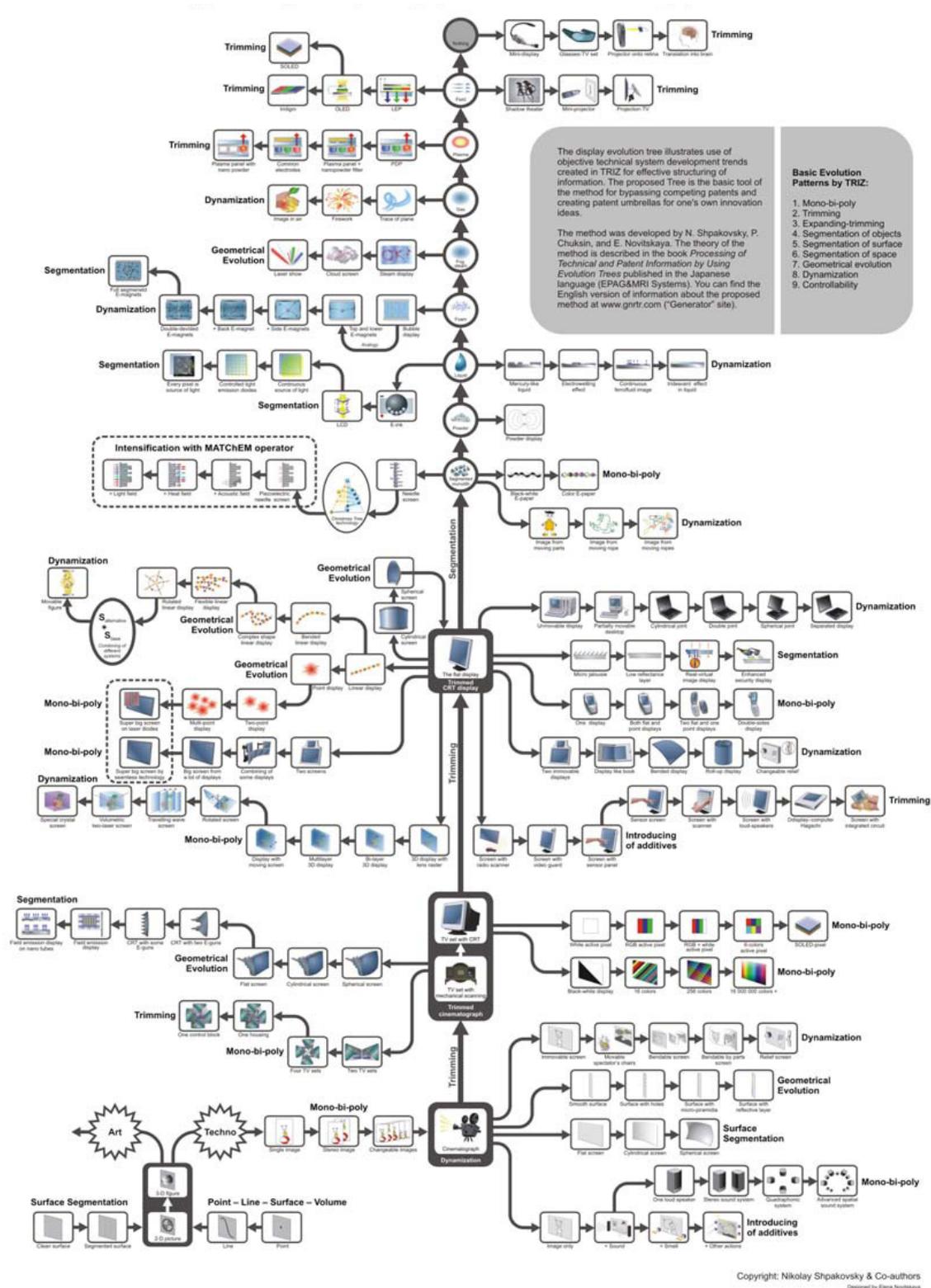


Figura 14. Árbol de Evolución de la pantalla

La clasificación de las transformaciones del sistema técnico en la forma de un Árbol de Evolución satisface sustancialmente las exigencias formuladas en el Capítulo 1:

Para organizar la información, hemos seleccionado una estructura tipo árbol que proporciona la visualización de las descripciones de *todas las versiones básicas* conocidas de un objeto bajo estudio.

1. El Árbol de Evolución es un conjunto organizado de modelos de evolución creados mediante el análisis de la evolución de numerosos sistemas técnicos. Por lo tanto, la construcción de un Árbol de Evolución implica la utilización de un *criterio de clasificación objetivo*.
2. Cada modelo de evolución incluye un *conjunto de descripciones generalizadas* de versiones de transformación y transiciones entre éstas; también puede ilustrarse mediante un ejemplo de una transformación específica de un objeto técnico. Así, se satisfacen el *requerimiento de generalidad y especificidad*.
3. La presentación de información en forma de una estructura parecida a un árbol permite que un diseñador perciba simultáneamente las versiones de transformación básicas y siga claramente *la pista de su estructura*.
4. El Árbol de Evolución básico proporciona *todas las transformaciones esenciales* aun cuando la información sobre las versiones de un sistema bajo análisis sea insuficiente, fragmentada.

Conclusión: el Capítulo 3 demuestra que el Árbol de Evolución Tecnológico satisface todas las exigencias para la estructura de clasificación formulada en el Capítulo 1.

Contenido del Capítulo 4. “Utilización del Árbol de Evolución”

• Búsqueda para definir el campo de información

En los métodos tradicionales de búsqueda de información, un campo de información es homogéneo y las unidades de información que contiene son equivalentes. Es sólo después de un estudio cuidadoso de la estructura de campo de información cuando se determinan las zonas más prometedoras con la información más valiosa. La utilización del Árbol de Evolución básico permite determinar las zonas de concentración de información valiosa antes de la búsqueda. Estas zonas están localizadas en las áreas de las mejores versiones conocidas de un sistema y son especificadas con la ayuda de versiones sugeridas por el Árbol de Evolución básico.

Además, tal estructuración permite determinar “puntos de entrada” – las versiones de transformación de sistema más típicas, más adecuadas para comenzar una búsqueda. Buscando entradas en estos puntos, el “área de lo conocido” se expande gradualmente a nuevas áreas del campo de información. Se establecen relaciones entre zonas de búsqueda separadas, uniéndose algunas zonas. Se forma una especie de marco lógico del campo de información sobre la base de zonas claves ya estudiadas.

Cuando encontramos (o generamos) una nueva unidad de información (una versión de un sistema investigado), podemos determinar fácilmente su lugar en la estructura del Árbol de Evolución. A menudo esto está acompañado por la aparición de nuevos “puntos de entrada”, que permite que la dirección de búsqueda sea corregida. Este tipo de la búsqueda puede denominarse estructural (Figura 15).

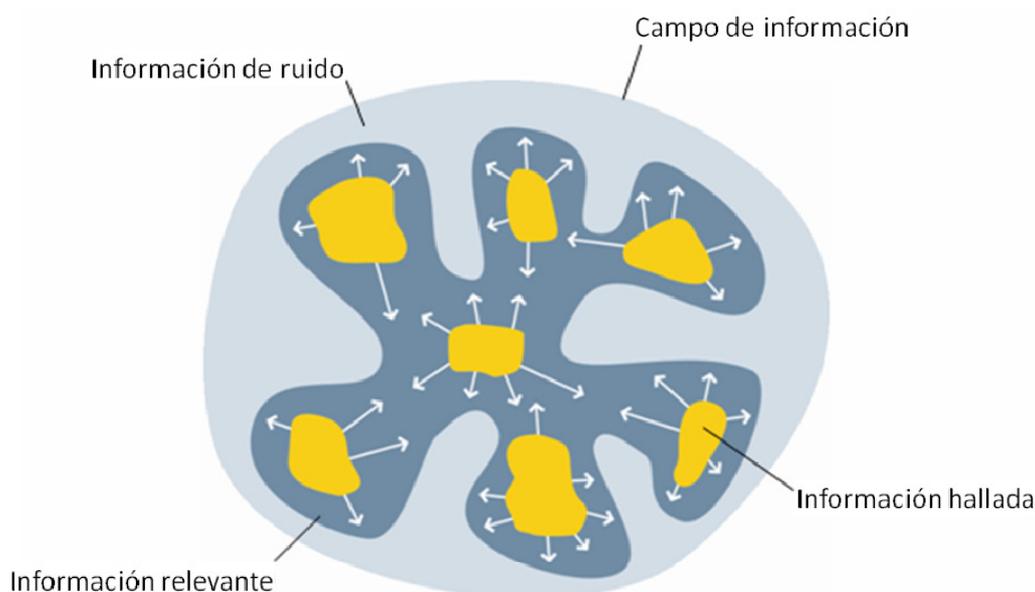


Figura 15. Búsqueda de información con el campo de información pre-definido. Las flechas muestran la dirección de búsqueda de los centros de concentración de información

El Árbol de Evolución Básico permite que un diseñador consiga conjuntos de palabras claves requeridas para la búsqueda. Cada conjunto comprende dos partes – un nombre de objeto y un nombre de transformación. Una definición característica que describe la idea esencial de una transformación de sistema técnica en el Árbol de Evolución Básico añadido al nombre del objeto puede simplificar bastante la búsqueda de información.

Esta forma de consulta equivale a la puesta en marcha de sistemas de búsqueda de patentes donde es necesario indicar el nombre de objeto y proporcionar la definición de su característica primordial.

Se proporciona como caso la descripción de la búsqueda de pantallas Bridgestone nanopowder.

• Análisis de información estructurada

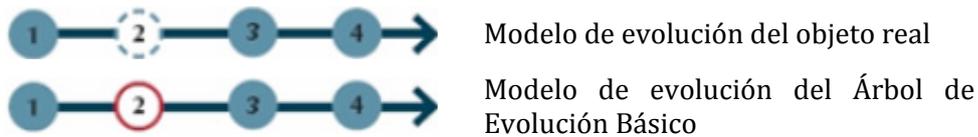
La estructura de la información es analizada realizando las operaciones siguientes:

- *Seleccionando o especificando un prototipo*
- *Seleccionando un método para mejorar el prototipo*
- *Completando de forma preliminar los lugares vacíos del Árbol y completando los modelos*

Vamos a ampliar la búsqueda de versiones que se echan en falta en un sistema. Para analizar la completitud del Árbol de Evolución de un sistema específico, es necesario compararlo con el Árbol de Evolución Básico. Pueden darse dos situaciones en este caso.

- *Se echan en falta algunas versiones de transformación en un modelo específico (Figura 16, a).* Después de que han sido revelados los sitios vacíos, es necesario repetir la búsqueda. Si no se obtiene ningún resultado, es bastante probable que esta sea el área donde están localizadas las versiones desconocidas, no patentadas del objeto en análisis. Tales huecos son los sitios más favorables para atacar una patente competidora y buscar nuevas soluciones de pronóstico.
- *También es importante revelar modelos de evolución inacabados.* A menudo resulta que las partes finales de los modelos no están completas (Figura 16, b). Aquí están localizadas las versiones de transformación más prometedoras que podrían convertirse en una base para soluciones técnicas nuevas, más perfectas.

a) Búsqueda de versiones de transformación del objeto que se echan en falta y completar los lugares vacantes en el Árbol de Evolución Básico



b) Prolongación de modelos de evolución inacabados hasta su final lógico

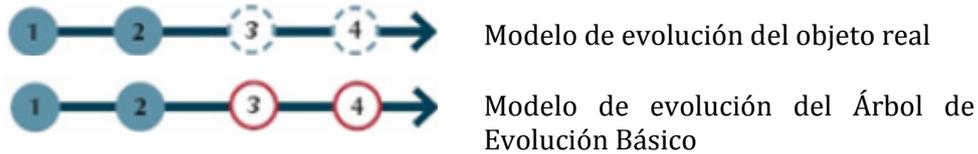


Figura 16. Comparación del Árbol de Evolución Básico y el Árbol de Evolución del objeto real

La particularidad de nuestro acercamiento consiste en que este ofrece la oportunidad de conseguir una descripción de una variante no hallada a partir de la analogía con una versión de transformación correspondiente del modelo básico. Puede decirse que la comparación del Árbol de Evolución del objeto real con el Árbol de Evolución Básico ofrece una especie de "máquina de avisos" o "generador de conceptos" que permite producir "retratos" de versiones no halladas de transformaciones del sistema real. Teniendo tales descripciones-retratos, es mucho más fácil encontrar el camino para construcciones reales generando nuevas soluciones técnicas.

El concepto se ilustra mediante la descripción del análisis de modelos de evolución de una hélice (ejemplo de formación) y el Árbol de Evolución del cabezal de impresora de chorro de tinta (ejemplo real).

• Producción de nueva información

La generación de nuevas ideas y conceptos es el momento clave en el trabajo con el Árbol de Evolución. En esta etapa, se sintetiza nuevo conocimiento de un sistema analizado. Todas las operaciones anteriores son analíticas y preparatorias para la producción de la nueva información. El objetivo no es sólo obtener alguna nueva idea, sino que la idea obtenida debería ser más eficaz y más aplicable al problema del interés que el prototipo así como más patentable. En TRIZ, un sistema es evaluado por su grado de idealidad. El concepto de Idealidad es interpretado como la razón entre un parámetro complejo que caracteriza el desempeño de la función por el sistema con respecto al coste de operación de sistema:

$I = F / C$ donde:

I es la Idealidad del sistema técnico.

F es el parámetro caracterizar el desempeño de la función útil;

C es el coste por el desempeño de esta función.

Cuando mejoramos un sistema de acuerdo a la susodicha fórmula, pueden ocurrir tres tipos de situaciones problema:

1. el número de las funciones del sistema y la calidad del desempeño de dichas función es satisfactorio, pero el coste de realizar estas funciones no nos satisface;
2. el número de funciones realizadas por el sistema no nos satisface; es necesario proporcionar la realización de funciones adicionales;
3. el número de funciones realizadas por el sistema es satisfactorio, pero la calidad del desempeño de la función no nos satisface.

El primer tipo de la situación de problema ocurre cuando el valor de denominador (el coste) de la fórmula Idealidad es inaceptablemente alto. El segundo tipo de la situación es debido a un numerador demasiado bajo (funcionalidad). La tercera situación de problema ocurre cuando

ambas partes de la fórmula Idealidad no son satisfactorias – la productividad de sistema técnica es insuficiente y su coste de operación es demasiado alto. Según el tipo de situación, podemos determinar tres modos de mejorar el sistema:

1. El recorte (simplificación) de componentes del sistema, eliminado uno o varios elementos.
2. Ampliando el sistema, cuando son introducidos en su estructura nuevos sistemas, portadores de las funciones requeridas.
3. La optimización de la composición de sistema, que es una acción compleja: tanto por introducción de sistemas de corrección que mejoran la calidad de desempeño de la función útil principal, como eliminando estos sistemas, transfiriendo sus funciones a elementos ya disponibles en el sistema.

Un método especial de perfeccionamiento de sistema técnico es la transformación por analogía. Nuestro método de analogía estructural demostró alta eficacia cuando fue utilizado con Árboles de Evolución. Veámoslo en un primer acercamiento.

• Método de analogía estructural

Analogía puede ser definida como la correspondencia entre objetos o procesos que proporciona el soporte para la transferencia de información, describiendo un objeto, para que otro objeto tenga propiedades esenciales similares.

Un caso especial de la analogía es la llamada “semejanzas estructurales”, la idea principal de la cual consiste en que *siempre es más conveniente comparar objetos no separados, sino conjuntos similares de objetos que consisten en dos elementos principales – una herramienta y un objeto trabajado por esta herramienta*.

Las semejanzas estructurales pueden ser consideradas como la evolución del método de objetos focales desarrollados por E. Kuntze y C. Whiting y proporciona la transferencia de las propiedades de objetos seleccionados al azar a un sistema técnico que se está perfeccionando. Esto puede causar combinaciones inesperadas que son desarrolladas posteriormente mediante asociaciones libres.

El método de semejanzas estructurales se describe en un artículo por E. Novitskaya. El libro describe semejanzas estructurales de cinco sistemas técnicos que se refieren al mismo esquema estructural – “almacén con relleno”: un neumático de coche, un paracaídas, una botella de vacío, un barco, y un coche. La tabla de la Figura 17 muestra que fueron encontradas versiones bien fundadas de transformaciones similares para cada sistema técnico.



Figura 17. La tabla conjunta de transformaciones de varios sistemas

También tuvimos éxito en la construcción de una tabla similar después de analizar el Árbol de Evolución de una pantalla de visualización. Se reveló que una transición al micro-nivel continúa hacia la evolución de cuatro tipos principales de pantalla – cinematógrafo, TV en blanco y negro, TV en color, y pantalla 3D. El barrido mecánico mecánica de luz, color o posición de un pixel activo utilizado en versiones iniciales de la pantalla fue sustituido por el barrido electrónico.

• Simplificación de un sistema

Simplificar siempre se dirige a la simplificación de un sistema y reducción de su coste, conservándose el número y calidad de las funciones. Esto se consigue eliminando del sistema los elementos que son innecesarios según los resultados del *ingeniería de análisis del valor (VEA)*. Las funciones realizadas por los elementos eliminados son transferidas a los elementos restantes del sistema.

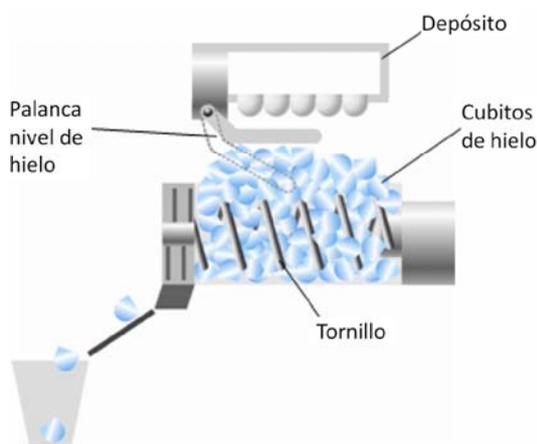
La técnica de simplificación incluye los pasos siguientes.

Primero se determinan composición, estructura y funciones de un sistema. Esto se hace realizando un análisis estructural y funcional y dividiendo todas las funciones en principales, auxiliares e innecesarias. Después se construye un esquema estructural y elemental del proceso tecnológico realizado por este sistema y se identifican los elementos del sistema, cada uno de los cuales se considera como una herramienta para realizar la función del sistema. Después de esto, se determina una recopilación del valor de cada elemento. Esto depende de la importancia de la función realizada por este elemento, la fabricación y coste operacional asociado con este elemento. Los elementos que tienen un valor alto son los primeros candidatos a ser eliminados del sistema.

El análisis de sistema se sigue de una etapa creativa – simplificar el proceso tecnológico. El propósito de la simplificación es eliminar todos los elementos – portadores de funciones auxiliares e innecesarias y, si es posible, también los elementos portadores de las funciones principales. Las funciones auxiliares e innecesarias deben eliminarse, y las funciones principales deben transferirse a los restantes elementos del sistema.

Se utiliza aquí una formulación estándar: “*es posible no realizar una función, si esta función puede ser realizada a) a cargo de operaciones anteriores, b) a cargo de las operaciones posteriores*”.

Después de eliminar algunos elementos, se construye un modelo funcionalmente ideal del proceso. El siguiente paso es crear un diseño real del producto mejorado basado en este modelo. En la simplificación de los elementos de un proceso tecnológico, es de gran importancia el pensamiento creativo, la ausencia de inercia psicológica. Cuanto más decisivas sean las acciones del equipo que trabaja en el problema, más radicales serán los cambios sufridos por el sistema. Los problemas que aparecen por lo general contienen contradicciones intensificadas que pueden ser resueltas utilizando herramientas TRIZ y otros métodos.



18. “Fábrica de hielo” antes de VEA

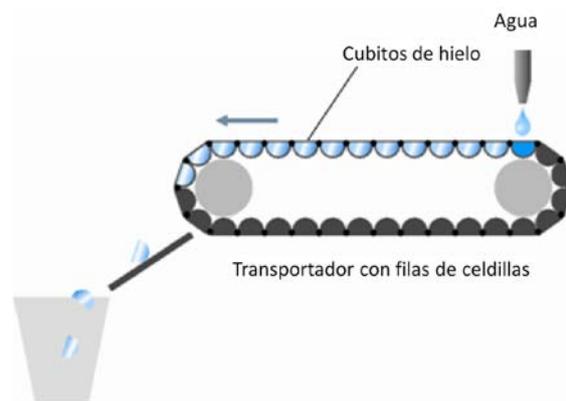


Figura 19. “Fábrica de hielo” tipo transportador (después de VEA)

El trabajo causó la transformación de una construcción compleja que ocupaba un tercio de un congelador (Figura 18) en un amplio transportador con celdillas, localizadas directamente bajo el techo del congelador y que no ocupa casi ningún espacio (Figura 19).

• Expansión de un sistema técnico

La expansión de sistema técnico implica la introducción de nuevos elementos en la estructura del sistema. Es obvio que tal complicación del sistema sólo está justificada si aumenta su grado de idealidad, es decir, si las posibilidades funcionales del sistema crecen más rápidas que los gastos necesarios para su realización.

Cuando sintetizamos un nuevo sistema técnico expandido, se deberán añadir al prototipo uno o varios sistemas que realicen *funciones adicionales ventajosas para los usuarios*. Como resultado, el sistema formado tiene varias herramientas cada una de las cuales trabaja sobre objetos que tienen diferentes propiedades. Un ejemplo de esta estructura es un ordenador personal *que fue equipado con dispositivos periféricos adicionales en el proceso de evolución*.

La expansión de un sistema puede estar acompañada por la introducción de nuevos elementos – portadores de las funciones adicionales que mejoran la calidad del desempeño de la función principal del sistema. Los sistemas se hacen más complicados y más eficaces, mejora su fiabilidad, durabilidad y seguridad. Esto puede ser ilustrado por el sistema de frenado de un coche.

La combinación de sistemas competidores o alternativos, es decir sistemas que realizan la misma función de formas diferentes, puede considerarse como un caso particular para expandir las funciones de un sistema optimizando su composición. Todas las versiones de transformación descritas por el Árbol de Evolución son sistemas competidores; justo esto es por lo que este método es valioso sobre todo para el procesamiento de la información obtenida por medio de búsqueda de patentes. La idea principal de la combinación de sistemas alternativos consiste no en su conexión mecánica, sino en la *transferencia de propiedades* de un sistema más avanzado al prototipo perfeccionado. Es necesario tomar un sistema como un prototipo, darle las propiedades necesarias de uno o varios sistemas alternativos para él y resolver las contradicciones que aparecen. Generalmente, la versión de sistema menos costosa es la seleccionada como un prototipo.

Los ejemplos son combinaciones de sistemas alternativos – una cisterna y un camión así como lavadoras con eje horizontal y vertical de rotación.

• Resolución de contradicciones utilizando herramientas TRIZ

El método más eficaz para revelar y resolver las contradicciones que surgen durante el perfeccionamiento de un sistema técnico es TRIZ. Este método implica una utilización activa de algoritmos inventivos y operadores psicológicos, que desarrollan un estilo de pensamiento especial.

Los cimientos de TRIZ fueron desarrollados entre 1950-1980 por numerosos inventores entusiastas encabezados por G. Altshuller. TRIZ generaliza la experiencia creativa de millones de invenciones, porque la historia de la humanidad entera es la historia de las invenciones. La tentativa de sobrevivir a nuestros antepasados tuvo que solucionar muchos problemas inventivos. La historia de la evolución de tecnología a través de los siglos demuestra a menudo ejemplos sorprendentes de soluciones a problemas inventivos, es decir problemas basados en un conflicto agravado.

La elevación de las Pirámides, la construcción de buques y máquinas de guerra requirieron un ingenio y tenacidad extraordinarios. Consideremos, por ejemplo, el proceso de fabricación, transporte y elevación del monumento a Pedro I en San Petersburgo. Sin disponer ni de tractores ni de buques potentes, los ingenieros enviaron una piedra de 1600 Tm a una distancia de 22 kilómetros, 13 de los cuales fue traslado por agua.

Lamentablemente, la experiencia acumulada no se conserva en su totalidad: en las habilidades que fueron transferidas de un artesano a un aprendiz con menor talento, parte de la información se perdió para siempre. Los inventores mismos no podían explicar cómo sucedió su propio proceso de aparición de nuevas ideas. Aunque fue acumulada gradualmente cierta información sobre el proceso de aparición de nuevas ideas, la aparición de soluciones interesantes siguió pudiéndose atribuir a la intuición, perspicacia y similares.

G. Altshuller fue de los primeros que definió y solucionó el problema de cómo encontrar un método para introducirse rápidamente en un área de soluciones eficaces que evita el proceso de prueba y error. La solución a este problema se buscó en tres direcciones:

- Analizando muchas patentes que implicaban soluciones inventivas interesantes e identificando los principios utilizados por los inventores para resolver contradicciones.
- Estudiando la filosofía de la resolución de contradicciones en la naturaleza y la sociedad, en primer lugar con el materialismo dialéctico.
- Como ninguno de los métodos opera fuera del cerebro humano, la tercera dirección estudiaba la psicología de la creatividad. No fue casualidad que el primer artículo por G. Altshuller y R. Shapiro, dedicado al control del pensamiento en la solución de problemas inventivos apareciera en la revista "Voprosy Psihologii" (Problemas de Psicología).

El resultado de este trabajo construyó un puente fiable y conveniente en la separación entre las ciencias superiores –filosofía, que conoce respuestas a todas las preguntas, y psicología, que entiende cómo organizar el cerebro humano para hacerlo más eficiente – del trabajo diario de un ingeniero, diseñador, científico, los cuales se dirigen a obtener y materializar nuevas ideas.

El sistema de formación TRIZ apunta a la enseñanza de:

1. la tecnología de resolución de problemas que permite generar indicadores relevantes asociativos, provechosos para encontrar una idea de la solución,
2. la capacidad de ver y amplificar a estos indicadores, que a veces flotan sin ser percibidos en la mente de alguien sin una formación especial.

TRIZ se utiliza eficazmente para solucionar las contradicciones que aparecen durante el perfeccionamiento de un prototipo seleccionado del Árbol de Evolución. TRIZ está basado en las leyes de evolución de sistemas técnicos, de los que uno de sus métodos derivados – los modelos de evolución – se utilizó en la construcción del Árbol de Evolución.

Además del postulado sobre la evolución de la tecnología gobernada por leyes y la exigencia de idealidad, TRIZ incluye los acercamientos básicos siguientes:

1. identificación y resolución de contradicciones,
2. operación con modelos,
3. consideración de particularidades psicológicas de la mente,
4. la utilización de una base de información de conocimiento.

No vamos a hablar extensamente de la descripción de estos acercamientos y referimos al lector al texto completo del libro, o a materiales TRIZ. Además de los libros indicados en la lista de referencia, podemos recomendar los siguientes sitios Web en lengua rusa:

Generator www.gnrtr.com

TRIZland www.trizland.ru

TRIZ-pro www.trizprofy.com

Metodolog www.metodolog.ru

TRIZ Encyclopedia www.triz.port5.com

Web “Fundación de Altshuller” www.altshuller.ru

• Nuevas posibilidades para bordear patentes competidoras

Para bordear una patente competidora así como obtener una patente para una nueva invención, son necesarios los esfuerzos de dos personas claves. Éstos son un inventor, que encuentra alguna idea, y un agente de patentes, que prepara una aplicación patentable en el acuerdo con las leyes de patentes y lo presenta en una oficina de patentes. Su trabajo a veces causa un éxito enorme. Sus errores pueden ser muy costosos para una compañía.

Si un inventor y un agente de patentes actúan por separado para bordear una patente, pueden identificarse dos métodos principales.

- El primer y más importante es el método *jurídico*.

Este método implica aprovechar las imperfecciones de la ley de patentes y errores en las descripciones de las patentes.

Este método no involucra ningún cambio del objeto de invención mismo. Esta situación presentada de forma esquemática se describe de forma que al utilizar el método jurídico para bordear una patente, el agente de patentes tiende a reportar sobre el objeto de la invención patentada sin introducir ningún cambio. Para bordear legalmente una patente, es necesario encontrar disconformidades de los rasgos de un objeto, método o sustancia real con los textos de reivindicadores y la descripción de estos rasgos en una patente competidora. A partir de aquí, es necesario describir un objeto de invención existente utilizando otros términos y formulando de nuevo la descripción de acuerdo con ciertas reglas el contenido, lo que supone el “know-how” de cada agente de patentes con experiencia.

El marco principal de este trabajo está marcado por la ley de patentes existente. Este trabajo a menudo origina la posibilidad de bordear una patente demostrando que cubre una invención antes conocida o disponer una nueva aplicación y obtener una patente alternativa a la invención existente.

Con cierta habilidad y la competencia suficiente del agente de patentes, el método legal de bordear una patente puede resultar muy eficaz. Redactar correctamente las reclamaciones y la descripción, de forma que sean capaces de cubrir total y fidedignamente una solución obtenida, requiere un trabajo cuidadoso y minucioso. Puede darse a entender que tal trabajo no hubiera sido hecho a fondo en la preparación de la patente competidora. Pero la preparación y el examen de una aplicación y la obtención de una patente son un procedimiento muy complicado y caro que requiere la participación de docenas de personas. Cualquier error cometido en alguna etapa puede causar la insuficiente protección de la invención. Como resultado, la patente puede ser bordeada en el futuro. Además, por naturaleza, no existe ninguna ley de patentes absolutamente perfecta y el nivel de la protección de la patentes puede diferir considerablemente en diferentes países. A veces esto lleva a situaciones divertidas. Un ejemplo es la historia sucedida al agente de patentes australiano John Keyo, que logró conseguir una patente de la agencia australiana de patentes para una rueda.

- También hay un método *inventivo* para obtener una nueva patente.

Este método implica la transformación más o menos significativa de la estructura de un dispositivo o un proceso - el objeto de la invención. Aquí el papel principal pertenece a un inventor.

Este es el camino más radical de una situación problema: encontrar un concepto de solución mejor que el de su competidor y patentarlo, es decir, se trata de una nueva solución técnica del problema, de un cambio sustancial del objeto de la invención.

- Proponemos un método "*jurídico-inventivo*" para bordear una patente.

Sucede a menudo que una variante patentada por una compañía competidora nos satisface totalmente y no necesita ningún cambio considerable.

En esta situación, surge la contradicción siguiente:

- Es necesario cambiar el objeto de la invención a fin de obtener una patente alternativa, superando la patente competidora,
- Los cambios no deberían afectar al principio de acción del sistema técnico – objeto de la invención.

Esta contradicción puede solucionarse combinando el método jurídico y el método inventivo en un método "*jurídico-inventivo*" que puede formularse como el "cambio sin el cambio". Esto quiere decir un cambio tecnológico mínimo del objeto de la invención. Sin embargo, tal cambio, a menudo permite a un agente de patentes construir una solución técnica alternativa que tiene distinciones legalmente significativas de la patente bordeada. Hay que tener en cuenta que la composición y la estructura de cualquier sistema siempre implican alguna variabilidad; por lo tanto, siempre es posible introducir cambios o conjuntos de cambios pequeños en los elementos del sistema. La presencia de elementos ligeramente diferentes en la composición de sistema no cambia el principio de acción del sistema, pero puede ser suficiente para obtener un cambio significativo de alguna característica de la patente, dando así al agente de patentes posibilidades adicionales para la protección legal de la patente alternativa.

Además, el estudio de los cambios posibles de los elementos de sistema y las características de la patente de una invención bajo investigación, también puede utilizarse para la protección eficaz de las patentes de los desarrollos de nuestra compañía. Esto se consigue realizando una operación inversa – considerando una solución técnica patentada por nuestra compañía como una patente competidora y realizando una búsqueda de patentes de versiones alternativas básicas de los elementos del sistema descrito por esta invención. La construcción de varios nuevos modelos del sistema que incluyen elementos modificados, ayudará a encontrar posibles formas de bordear nuestra propia patente en el futuro. Los modelos alternativos del sistema deberían ser patentados, proporcionando la cobertura por el principio del llamado "paraguas de patentes", que bloquea todas las formas básicas posibles de bordear nuestras patentes por compañías competidoras.

Para solucionar tales problemas, es aconsejable utilizar el Árbol de Evolución para el sistema técnico descrito en la patente a ser bordeada. Las soluciones alternativas más significativas que obtenemos, nos orientan fácilmente en este campo y encuentran soluciones provechosas más eficaces para bordear las patentes. Entonces lo que queda es encontrar en el Árbol de Evolución versiones del sistema no patentadas, que son satisfactorias desde el punto de vista tecnológico, y estamos listos para atacar la patente competidora.

¿Qué operaciones deberían realizarse para identificar versiones alternativas de una invención competidora? Es necesario:

- determinar un prototipo, es decir una patente a ser bordeada;
- determinar la función, composición y estructura del sistema protegido por la patente;
- determinar las características de la patente a modificar;
- hacer la búsqueda de patentes, encontrando versiones alternativas básicas de este sistema;
- construir el Árbol de Evolución del sistema de interés;
- averiguar qué versiones de transformación no son cubiertas por patentes, comparando los Árboles de Evolución básicos y reales (ver Figura 16);
- evaluar la posibilidad de utilizar estas versiones en el sistema, seleccionando los más convenientes;
- proponer soluciones técnicas basadas en estas versiones.
- proporcionar protección legal de estas soluciones.

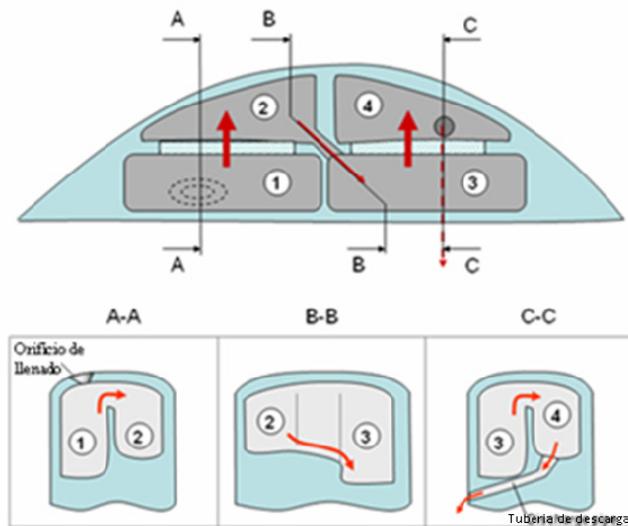


Figura 20. Una solución de un dispositivo de alimentación de acondicionamiento de una compañía competidora

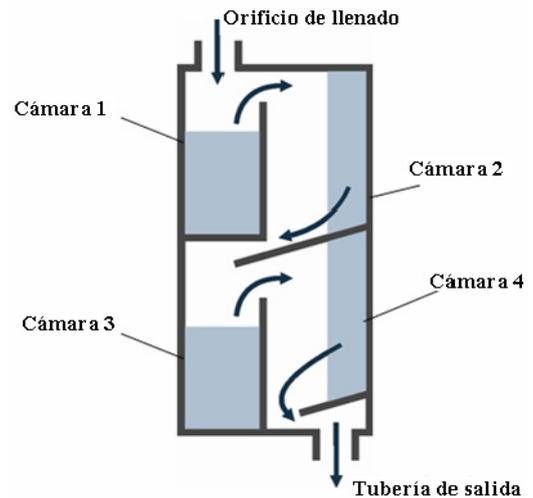


Figura 21. Un diseño alternativo encontrado usando el Árbol de Evolución

El método para bordear patentes se ilustra describiendo las operaciones realizadas para bordear una patente real de una lavadora. El objetivo era encontrar un nuevo diseño para la solución de acondicionamiento que alimenta al dispositivo que actúa con el principio de inercia – cuando el tambor gira rápidamente, la disolución fluye de una cámara a otra y se descarga en el tanque antes del aclarado (Figura 20). Después de que el dispositivo fue analizado utilizando el Árbol de Evolución, se encontraron seis esquemas alternativos no patentados de tal dispositivo. Uno de ellos se presenta en la figura 21.

• “Pronóstico “eficaz” de sistemas

El pronóstico tradicional basado en el método Delphi predice el cambio de unos u otros mecanismos de un sistema, pero rara vez determina los caminos para realizar este cambio. Las predicciones realizadas utilizando TRIZ ofrecen soluciones técnicas específicas y permiten formular un modelo conceptual integral y razonado de un artículo o proceso de nueva generación. Así, un pronóstico de la solución puede obtenerse utilizando todas las herramientas TRIZ; además, cualquier solución obtenida al nivel de invención es un pronóstico. Una aplicación patentada no es ni más ni menos que una descripción de una nueva versión de un sistema que tiene ciertas ventajas sobre el prototipo. En el momento de las reclamaciones legales así como durante la etapa de desarrollo de una nueva solución técnica, no está claro si el sistema evolucionará a lo largo de este camino o de si la patente obtenida permanecerá sin reclamar como un intento de pronóstico fracasado. En consecuencia, el aumento de la fiabilidad del pronóstico de la evolución tecnológica es un asunto de especial importancia.

En el análisis final, pronosticar la evolución de algún sistema significa construir una secuencia cronológica de sus versiones. Hacer esto a lo largo del eje de tiempo completo – tanto en el pasado como en el futuro – presentaría la evolución completa del sistema como si se extendiera ante nuestros ojos. La colocación de las versiones ya existentes del sistema en el eje de tiempo es bastante fácil, mientras que comprender qué versión será la siguiente mañana, en una semana o en un mes no es fácil.

Supongamos, en el análisis las versiones de un sistema se ordenan de acuerdo su apariencia (Figura 22). Moviéndonos a lo largo del eje alcanzamos el día de hoy y no podemos saber qué versión va después. Esto es similar al movimiento por un pasillo de un tren. Cuando las puertas entre los vagones están abiertas, se puede ir de vagón en vagón, entrar en cualquiera de ellos y examinar todo dentro de él. Pero de repente llegamos a una puerta cerrada con llave (el día de hoy) y no sabemos lo que hay detrás de él. ¿Otro vagón o algo más? Para entender esto, es necesario “bajarse del tren”, es decir, salir el modelo de tiempo de evolución del sistema y analizar todas las versiones posibles del sistema utilizando otros modelos.

Un buen pronóstico puede definirse como el descubrimiento de un equilibrio óptimo entre las necesidades del ser humano y posibilidades tecnológicas para satisfacer estas necesidades.

Las ideas de que un hombre no necesita cosas y objetos por ellos mismos, sino las *funciones* que estos realizan y los *productos* obtenidos a consecuencia de la realización de estas funciones, se han hecho muy populares en la década pasada. No compramos bienes, sino la capacidad de estos bienes de proporcionar algún efecto de consumo, proporcionarnos un producto que satisface alguna de nuestras necesidades. El artículo en sí mismo es sólo un medio para obtener tal producto.

Existen numerosas teorías de motivación que analizan y estructuran las necesidades del ser humano por las que actúa de una manera u otra. Los autores de muchas de ellas (Herzberg, Maslow) proceden con la asunción de que un hombre necesita lo que él pierde en términos de fisiología o psicología. En consecuencia las necesidades humanas son diferentes: primarias (animales) y secundarias (psicológicas). Todas las necesidades humanas se satisfacen utilizando algunos objetos que son los productos de operación de algunos sistemas. Por ejemplo, la necesidad de la comunicación se satisface entre otras cosas por medio de hojas de papel con letras escritas en ella.

La composición mínima de un sistema que produce algún producto es el conjunto de una herramienta y un objeto a ser trabajado. Por supuesto, para proporcionar la interacción de estos elementos, es necesario introducir algunos componentes adicionales en el sistema, pero es sólo este par de elementos el que realiza la función del sistema.

Como se deduce del diagrama presentado en la figura 22, un sistema será eficiente y competitivo si el producto que este proporciona está localizado en el punto de intersección de dos vectores. Uno de los vectores simboliza las necesidades de consumidor y el otro describe la operación de un sistema que proporciona un producto para satisfacer estas necesidades. Cuanto más ideal es el sistema, más desciende el coste y es mayor la calidad del producto que este proporciona, se van a cubrir más necesidades en un nicho de mercado dado.

Vamos a suponer que la composición mínima de un sistema incluya una herramienta y un objeto operado por esta herramienta. Entonces una nueva versión del sistema puede obtenerse cambiando uno de estos elementos. Para hacer un pronóstico, es necesario imaginar versiones básicas prometedoras de este sistema. Generalmente, el objeto a ser trabajado para satisfacer las necesidades ya está determinado. Por ello, el pronóstico consiste en la sustitución de las variantes existentes de la herramienta por una más prometedora.

De acuerdo al diagrama presentado en la Figura 22, el algoritmo para obtener una versión de pronóstico prometedora del sistema toma la forma siguiente:

- la determinación de las necesidades del usuario,
- la determinación de un objeto a ser tratado por el sistema
- la determinación de un producto a ser producido al actuar sobre el objeto
- la determinación de un producto para ser producido actuando sobre el objeto
- la transformación de la herramienta.

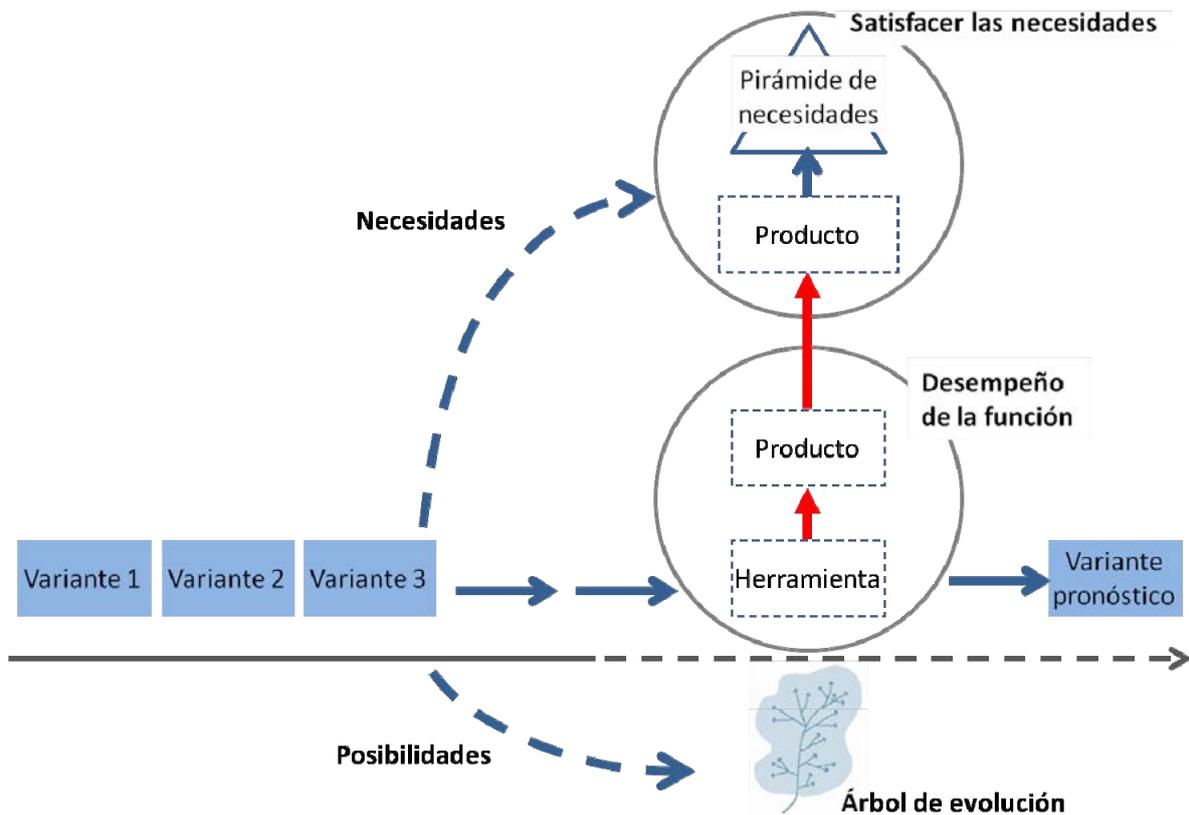


Figura 22. Diagrama para encontrar las necesidades

Para la transformación eficaz de una herramienta y un objeto, es importante tener un número suficiente de sus versiones a la vista e, idealmente, todas las manifestaciones concretas básicas de estos elementos del sistema. El Árbol de Evolución describe perfectamente con el papel de tal visualizador porque este presenta todas las manifestaciones concretas existentes de un objeto bajo investigación, tal como aparecieron, de acuerdo con las leyes de evolución. Además, existe la oportunidad de obtener información significativa sobre versiones ausentes, probables. Las nuevas manifestaciones del objeto pueden encontrarse comparando el Árbol de Evolución Real que construimos con los modelos de evolución del Árbol de Evolución Básico.

El pronóstico siempre es una ecuación con muchas incógnitas. La utilización del Árbol de Evolución para la visualización de probables versiones del sistema hace posible determinar algunas de estas incógnitas. Finalmente esto simplificará el pronóstico y lo hará más completo y exacto. En un campo de información “delimitado”, el investigador ve una imagen clara que presenta todas las versiones básicas del sistema. Teniendo esta información, el investigador puede concentrarse completamente en la solución del problema inverso y estudiar las versiones del sistema tratando de encontrar una respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué puede ser necesaria una u otra versión de un sistema?
- ¿Qué parámetros de un nuevo sistema cambiarán y cómo cambiarán?
- ¿Cuáles son las ventajas de cada versión?
- ¿Cuáles son los inconvenientes de cada versión?
- ¿Cómo será la calidad del producto producido por el cambio de sistema?
- ¿Será más o menos cara la nueva versión?
- ¿Cómo cambiará el supersistema del sistema investigado?

Así, estamos hablando de un trabajo de investigación ordinario, el estudio del modelo de un nuevo sistema hipotético.

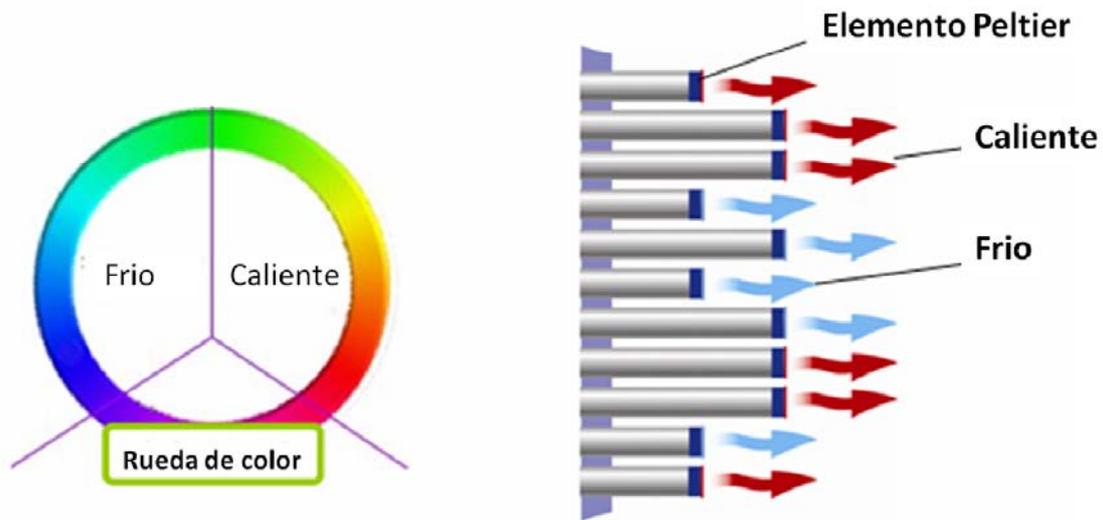


Figura 23. Pantalla “en color” para personas ciegas

El libro describe algunas soluciones de pronóstico obtenidas después de analizar el Árbol de Evolución de la pantalla de visualización, por ejemplo, algunas propuestas dirigidas a aumentar la cantidad de información para personas ciegas o con dificultades de visión. Una de las soluciones más interesantes es una original pantalla de puntos en “color”. Los puntos, creando una imagen en relieve, tienen elementos Peltier en miniatura. La activación de estos elementos pueden hacer los puntos fríos o calientes, de esta forma los colores que imitan se perciben como “frío” y “caliente” por una persona (Figura 23).

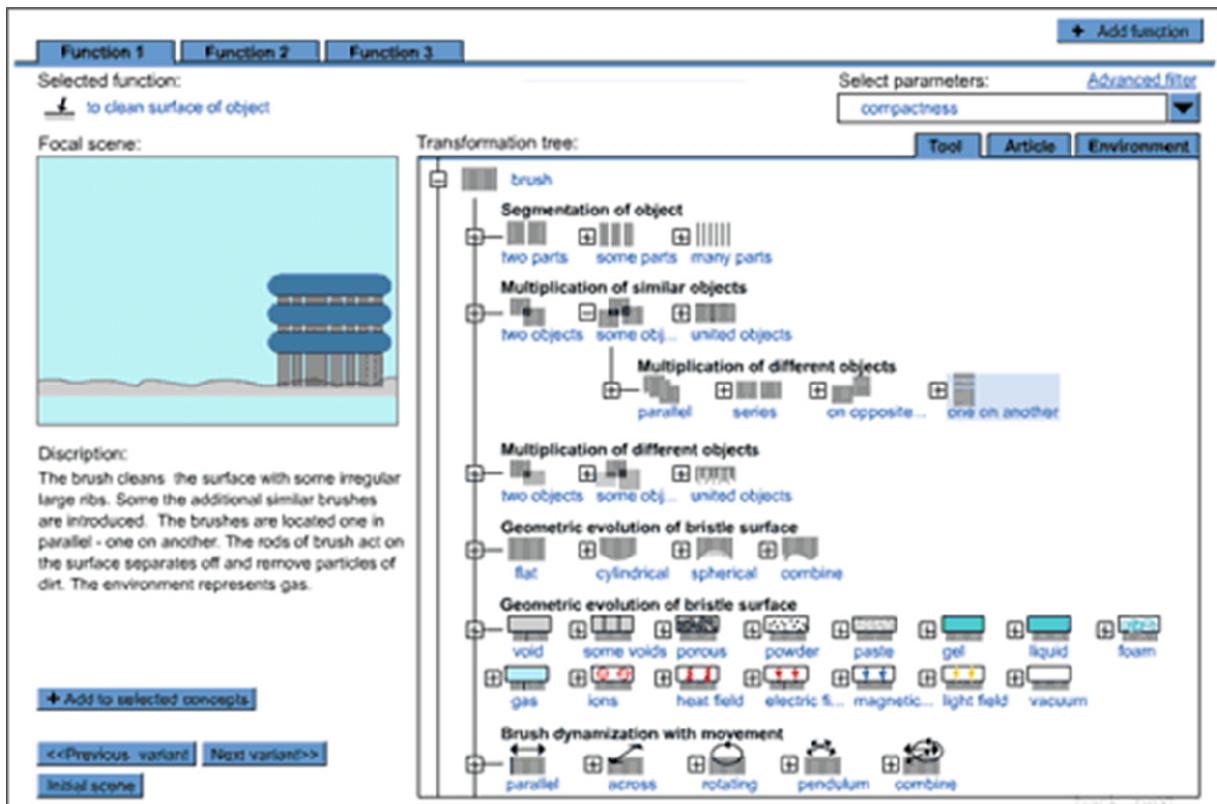


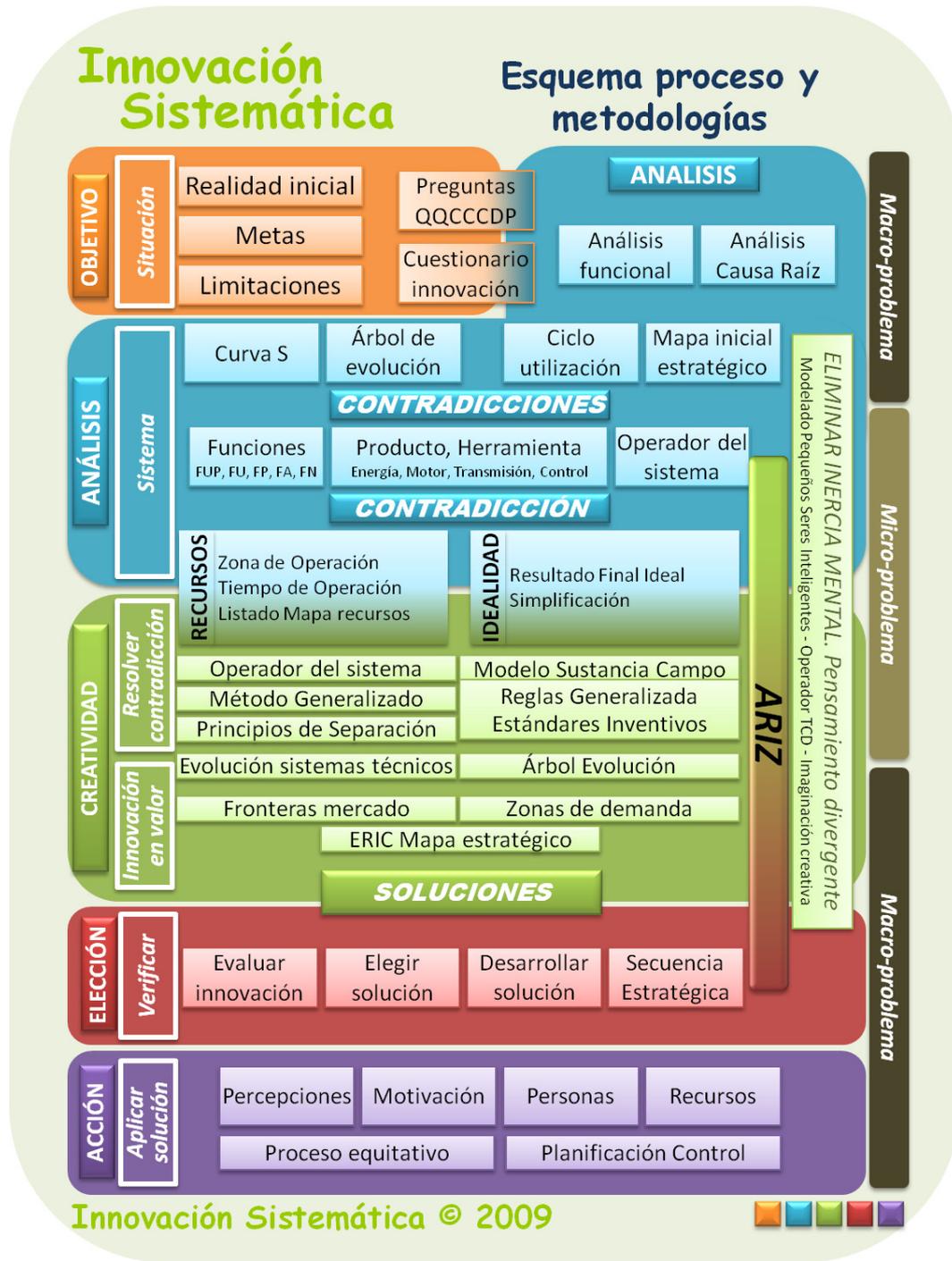
Figura 24. Prototipo de Concept Generator Árbol de Evolución para una herramienta

Más adelante mostramos como la utilización del ordenador puede aumentar bastante la eficacia del análisis de pronóstico basado en el Árbol de Evolución. Utilizando el Árbol de Evolución, hemos desarrollado el concepto y prototipo de un programa de ordenador que ayuda a un diseñador a obtener rápidamente un gran número de ideas de ejecución de la función, que difieren unos del otros en características. Cada idea proporciona un concepto de solución elemental mientras que una combinación de estos conceptos forma un concepto complejo de cómo construir un sistema técnico. Habiendo obtenido una serie de conceptos, un diseñador puede comenzar a analizarlos o seleccionar los más prometedores de acuerdo a los criterios recomendados.

Para generar conceptos, un sistema técnico se desagrega para observar las partes elementales que realizan una cierta función. Se crean los modelos de evolución para los elementos claves de acuerdo con la estructura propuesta por el Árbol de Evolución Básico (Figura 24).

La aproximación basada en el Árbol de Evolución hace posible construir un modelo de cualquier sistema técnico. Este modelo puede utilizarse para pronosticar la evolución del sistema, bordear patentes de la competencia y proporcionar una planificación estratégica de negocio. La sistematización de modelos evolutivos construidos para diferentes sistemas técnicos permite que un diseñador cree un mundo técnico virtual – el mundo de modelos de ejecución de la función con todas sus relaciones y variedad, donde pueden simularse los más diferentes sistemas y procesos.

Innovación Sistemática



www.innovacion-sistemica.net

Julián Domínguez Laperal

julian.dominguez@innovacion-sistemica.net