

Nota de la editorial



El presente texto forma parte de la colección “Textos Libres” de Ediciones Edithor. “Textos Libres” es una serie de escritos que se colocan a libre disposición para la lectura y difusión.

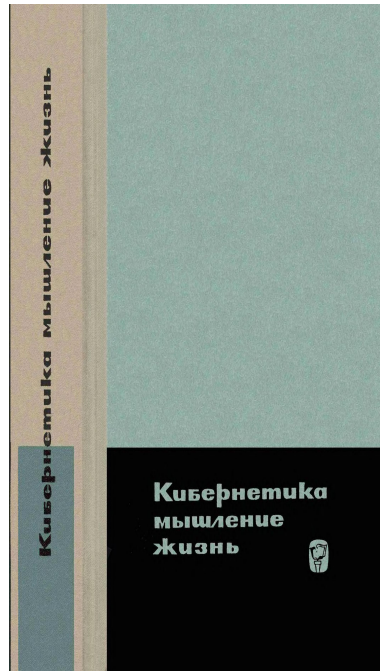
El artículo “Sobre la cibernética como ciencia” (*O kibernetike kak nauke*) publicado originalmente en el libro “*Cibernética, pensamiento y vida*”, 1964, pp. 53-61.

Traducido directamente del ruso por Víctor Antonio Carrión



Víktor Mijaílovich Gluschkov

(1923, Shajty – 1982, Moscú)



Facsímil de la portada del libro “*Cibernética, pensamiento y vida*”.

Sobre la cibernética como ciencia¹

Víktor Glushkov

Existen muchas definiciones diferentes de la cibernética como ciencia. Esta circunstancia se vincula con el hecho de que hasta la actualidad en todo el mundo se lleva adelante la labor para comprender el objeto y método de esta ciencia.

La concepción de la cibernética que se ha planteado en la Unión Soviética no coincide plenamente con la que se encuentra difundida allende las fronteras. Se debe decir que la concepción característica para los científicos soviéticos, de las tareas de la cibernética, es, en el plano más amplio, un poderoso estímulo del desarrollo de la ciencia en la dirección correcta y necesaria.

La cibernética es la ciencia sobre las leyes generales de la transformación de la información en los sistemas complejos de dirección. Es necesario dar una formulación precisa del concepto de *información*, sin embargo, esto es bastante difícil. Por ello, el concepto de información se explica de mejor forma en los ejemplos. La consideración de los ejemplos permite, de un lado, caracterizar la información como el conjunto de comunicaciones posibles que circulan en la naturaleza y la sociedad, en lo que se incluyen, también, los sistemas técnicos creados por el hombre y, del otro lado, tal consideración da la posibilidad de describirla como medida de la heterogeneidad en la distribución de la energía (o la materia) en el espacio y el tiempo. La información existe en tanto y cuanto existe el propio cuerpo material y, en

¹“О кибернетике как науке” (*O kibernetike kak nauke*) publicado originalmente en el libro “Кибернетика, мышление, жизнь” (*Kibernetika, myschlenie, zhizn*. “Cibernética, pensamiento y vida”), 1964, pp. 53-61.

consecuencia, la heterogeneidad creada por él. Toda heterogeneidad porta consigo alguna información.

El concepto de *información* en cibernética no se entronca obligatoriamente con su significado en la concepción habitual cotidiana. En el plano científico el concepto de información incluye a aquellas comunicaciones que la gente intercambia entre sí, al igual que las comunicaciones existentes independientemente de la gente. Por decir algo, las estrellas existen independientemente de si la gente tiene información o no de ello. Existen objetivamente, crean una determinada heterogeneidad en la distribución de la materia y por eso son fuentes de información.

El concepto de *sistemas de dirección* en la cibernética también se diferencia de la noción habitual sobre la dirección. En la vida cotidiana esta noción se liga con la especialidad de la persona. Por ejemplo, el ingeniero llama sistemas de dirección al conjunto de dispositivos reguladores con cuya ayuda se realiza la dirección de la producción. El concepto de *sistema de dirección* en la cibernética es bastante más amplio. El sistema de dirección es el modelo del dispositivo que organiza y realiza la transmisión ordenada de información y su transformación; comprender la información del objeto de dirección, transformarla de modo correcto y dar la información ya en la forma que es necesaria para la dirección del objeto; luego, una vez más, obtener información del objeto de dirección y transformarla nuevamente, etc. Puede servir en calidad de encarnación concreta de los sistemas de dirección, el sistema nervioso del ser humano y un proceso como el entendimiento de una fórmula por el hombre y el operar con ésta en el curso del cálculo.

Los conceptos de vínculos directos e inversos se ligan con los sistemas de dirección. La corriente de información desde los sistemas de dirección a los objetos dirigidos se transmite por los

canales de vínculos directo, e inversamente, la corriente desde el objeto dirigido a los sistemas de dirección por los canales de vínculo inverso. En la teoría de la regulación automática y la cibernética se diferencia entre sistemas de dirección cerrados y no cerrados; los sistemas de dirección no cerrados se llaman así porque en ellos no existen vínculos inversos. Por ejemplo, en el sistema “peatón – semáforo” este último envía señales de dirección al peatón sobre la situación de la vía (camino libre: verde; camino ocupado: rojo) por un canal directo. No existe un vínculo inverso inmediato entre el peatón y el semáforo. Este es un sistema no cerrado. Si consideramos el sistema “peatón – conductor”, entonces es posible encontrar vínculos tanto directos como inversos, en consecuencia, este es un sistema cerrado. Se debe notar que a menudo los sistemas no cerrados son sistemas cerrados más generales. Como regla, la noción sobre tal o cual sistema de dirección abierto refleja un determinado nivel de abstracción (lo abstracto). En realidad, los vínculos inversos requeridos existen, aunque encontrarlos, en muchos casos, es bastante difícil.

La cibernética estudia los sistemas de dirección desde el punto de vista de la transformación de la información. La transformación de la información es una tarea muy difundida. Es difícil hallar una región de la actividad humana donde el ser humano no recurra a la transformación de la información. Y en cada información concreta transformada existe determinada regularidad de la transformación de la información que es propia solo a este sistema de dirección, y tiene rasgos específicos que permiten diferenciar la información ligada a este, de cualquier otra. Sin embargo, a la cibernética como ciencia, a su momento, le interesan las regularidades generales de la transformación de la información y, en primer lugar, las leyes de la transformación de la información en los transformadores universales.

Existen dos objetos fundamentales de estudio desde estas posiciones: el cerebro humano y las máquinas digitales universales. El principal interés del estudio del cerebro humano se entronca con el estudio de la actividad no de un solo hombre, sino de todo el colectivo social. Al estudiar el pensamiento humano desde el punto de vista de la cibernética, se debe tener en cuenta no solo y no tanto al cerebro del individuo humano, cuanto a la razón colectiva de la humanidad.

Al comparar el cerebro humano y las máquinas digitales universales encontramos que uno y otro son transformadores universales de información. Para el cerebro humano esto es totalmente comprensible y natural. En lo que se ocupe una persona, sea el juego de ajedrez, el trabajo o la amistosa conversación con los camaradas; su cerebro continuamente se ocupa de elaborar información. No nos asombra en lo absoluto la circunstancia de que el hombre (el cerebro humano) puede elaborar la información más diversa; estamos acostumbrados a las posibilidades universales del pensamiento humano. Cosa diferente es la creación de nuestra técnica. La mayoría de nosotros, incluso ahora, no digamos ya a inicios del siglo, no nos relacionamos en modo alguno con los transformadores universales de información. La construcción de sistemas técnicos, universales por sus posibilidades en la transformación de la información, fue un nuevo paso hacia adelante en la actividad cognoscitiva y práctica de las personas. Tales sistemas son las máquinas universales electrónicas digitales. En lo principal, ellas no le faltan al ser humano por sus posibilidades de transformar información. Todo lo que el hombre puede hacer en el plano de la información, lo pueden hacer, en principio, las máquinas electrónicas.

El desarrollo de la cibernética y la aparición de las máquinas digitales universales no solo coincide en el tiempo (años 40 de

nuestro siglo). El desarrollo de la técnica de cálculo electrónico y el descubrimiento de la analogía entre el cerebro humano y las máquinas de cálculo electrónico sirvieron de fundamento para la creación de esta nueva ciencia. Es interesante señalar que las máquinas de cálculo universal fueron descubiertas teóricamente antes del surgimiento de la cibernética como ciencia. Ya en 1936 aparecieron, en el ámbito de la lógica matemática, dos trabajos en los que se estudió el proceso de transformación de información desde las posiciones más generales. Uno de ellos pertenece al matemático y lógico inglés A. M. Turing, otro al matemático y lógico americano E. Post.² Turing y Post llegaron independientemente el uno del otro a una y la misma conclusión: la conclusión sobre la posibilidad de los transformadores universales de información. Ellos dieron, cada uno a su modo, la descripción teórica de esquemas de transformadores tales que anticipaban los rasgos de las máquinas digitales universales contemporáneas. Primero, apareció y se fundamentó el pensamiento de que era posible representar todos los procesos de transformación de información sin importar lo diversos que fuesen, en forma de una secuencia determinada de un número de operaciones elementales, ya que los tipos de estas operaciones o reglas elementales resultan ser muy pocas. El desarrollo posterior demostró que con ayuda de este pequeño surtido de operaciones y reglas muy sencillas es posible conformar, por ejemplo, las reglas de la traducción de un idioma a otro, los juegos de ajedrez, reglas con cuya ayuda se realiza la dirección de tal o cual objeto de la producción. Por ello, es posible hablar sobre la universalidad del surtido de reglas u operaciones elementales.

2 A.M. Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, "Proceedings of London Mathematical Society", ser. 2 vol. 42. 1936-1937; E.L. Post, Finite Combinatory Processes – Formulation 1, "Journal of Symbolic Logic", vol. 1.

Se debe señalar que cuando dio inicio la construcción de las primeras máquinas de cálculo electrónico, no se utilizaron las ideas cultivadas en el suelo de la lógica matemática. La práctica planteó ante los constructores el objetivo: crear una máquina que posea la universalidad de cálculo. Y esta tarea la resolvieron los científicos e ingenieros. Al hacerlo nunca reflexionaron respecto a que la universalidad en el sentido del cálculo resultaba ser la universalidad en general, esa universalidad que se presupone de hecho en el esquema abstracto de la máquina de Turing. No obstante, rápidamente se hizo claro que el surtido de reglas elementales de transformación de la información que yace en el fundamento de las labores de las máquinas digitales universales sirve para la transformación de cualquier información, y, en consecuencia, en las máquinas no solo es posible calcular, sino también resolver tareas ajedrecísticas, “composición” de versos, etc.

El descubrimiento de que las máquinas de cálculo son transformadores universales de información fue un resultado científico fundamental que tiene una inmensa importancia práctica. Éste, sobre todo, permitió hacer la deducción sobre la posibilidad técnica de la automatización del trabajo intelectual.

Cuando las máquinas de cálculo electrónico aparecieron se empezó a compararlas con el cerebro. Surgió la cuestión de si es posible un “cerebro electrónico”, en efecto, la máquina hace todo de modo totalmente diferente al cerebro humano, sí y los procesos que tienen lugar en el cerebro se diferencian de los que suceden en la máquina. La denominación “cerebro electrónico” se debe comprender sencillamente como una analogía literaria, nada más. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que, en principio, la máquina digital universal puede hacer igual, e incluso, tal vez, más, que el cerebro del hombre. La extensión práctica de las posibilidades de la máquina depende de la habilidad de poner en

sus programas las tareas correspondientes. No es posible, tal vez, dominar la programación de las tareas complejas de la región del trabajo intelectual del hombre por otra vía salvo el estudio de procesos del pensamiento humano. Es necesario entender claramente la esencia de los procesos mentales del hombre para modelarlos a un nivel cada vez mayor en las máquinas de cálculo electrónico. La ciencia y la técnica apenas y han comenzando a resolver esta tarea de dificultad colosal.

Los logros de la neurofisiología crearon la base para una comprensión necesaria de los procesos mentales; un gran aporte en el estudio del pensamiento lógico lo introdujo la lógica; la psicología brindó resultados importantes que se relacionan con los procesos de solución de las tareas humanas, con el mecanismo de formación de las asociaciones, emociones, etc. La creación de máquinas de cálculo electrónico abrió nuevas e inesperadas posibilidades ante el estudio del pensamiento sobre las cuales la biología, la lógica y la psicología no podían ni sospechar antes.

Tomemos como ejemplo la composición musical. Al plantear la tarea de descubrir las regularidades de la conducta del cerebro del músico que compone una obra musical. Sobre el fundamento de una descripción fenomenológica interna del curso del proceso mental del músico se intenta conformar las “reglas de la composición musical”. Al escribir estas reglas se las estudia y se las transfiere al “lenguaje” de programas de las máquinas electrónicas. De inmediato, obtenemos la posibilidad de modelar en la máquina electrónica el proceso de creación de la música. Se debe notar que depende muchísimo de la calidad de la “regla de composición musical”. A mayor precisión al describir el proceso de la creación musical, más completo e interesante será el experimento en la máquina sobre composición musical. Ya de allí es evidente que el proceso de estudio del pensamiento se convierte en el proceso de su modelación en las máquinas. Sin

embargo, para lograr tal modelación es necesario estudiar las regularidades de los procesos mentales, es necesario estudiar la estructura y el trabajo del cerebro.

Ya los primeros pasos de cibernéticos y fisiólogos en este trabajo conjunto se llegó a la hipótesis sobre el cerebro como sistema que se autorregula. Se conoce que la reconstrucción del cerebro se realiza a través del cambio de la conductividad de las células neuronales. Una situación análoga se da también en la máquina de cálculo electrónico, cuya estructura variable se realiza a través de la modificación en la conductividades de sus elementos. En este sentido vemos que la diferencia entre el cerebro y la máquina no es de principio. Pero esto solo es a primera vista. La cuestión consiste en que el cerebro posee la propiedad de engendrar la organización a partir del desorden; a partir de la falta de sistema es como surge el sistema del trabajo de sus neuronas singulares, capaces de conducir a la actividad organizada, racional de su portador: el ser humano. Es evidente, también, que la cantidad de información guardada en el cerebro de la persona, y la cantidad de posibilidades de transformación de la información se incrementa en cuanto crece la persona, su educación, a medida que el cerebro se rellena de conocimientos. Se puede decir, en este sentido, que el proceso de autoorganización del cerebro transcurre al resolver las tareas.

Naturalmente, todo lo descrito plantea en calidad de tarea suprema la elaboración de la teoría general de sistemas que se organizan a sí mismos, en los que tienen su lugar los sistemas del cerebro que se autoorganizan. En la actualidad, esta tarea se resuelve en niveles distintos: el nivel de la teoría de la información y los autómatas abstractos, el nivel de la construcción de lenguajes de información, el nivel de construcciones estructuradas, cuando se investigan las posibilidades de la construcción o síntesis de tal o cual sistema de

componentes que realizan el trabajo de transformación de información, etc. El principio de autoorganización encuentra una aplicación mucho más amplia en la cibernética. En el futuro el rol del sistema que se autoorganiza en la cibernética biológica y técnica solo puede crecer.

Actualmente, la teoría del sistema que se autoorganiza aún brinda relativamente poco a la práctica de la automatización. No obstante, es necesario saber ver en el futuro. La utilización de nuevos materiales en la técnica de cálculo y la microminiaturización de los elementos de las máquinas numéricas puede hacer que en relación a la práctica ésta teoría sea muy importante.

La teoría siempre debe ir por delante de la práctica y así estar lista para las posibles aplicaciones técnicas. En lo que respecta a las realizaciones técnicas de sus conclusiones se debe, para ello, enfocar del todo a las máquinas con determinados vínculos; con ayuda de estas máquinas se puede reproducir cualquier sistema que se autoorganiza; modelar los sistemas del cerebro, estudiar las leyes de la distribución, los vínculos probabilísticos en él, sus características integrales, etc. De ese modo, el desarrollo de la teoría de los sistemas que se autoorganizan se liga íntimamente con el conocimiento del secreto del pensamiento, el secreto del trabajo del cerebro humano y esta es una perspectiva extraordinaria para el futuro.

La tarea más interesante de la máquina que se autoreproduce también se soluciona en el ámbito de la teoría de los autómatas. Existe la denominada teoría del mosaico de Moore que explica al nivel de la teoría de las autómatas abstractos la reproducción de los propios sistemas complejos. ¿Qué complejidad debe alcanzar la máquina para que ella pueda engendrar máquinas de organización aún más compleja? Esta pregunta no solo es de un plano científico general, esta pregunta tiene relación directa con

la práctica en relación con la utilización de la máquina como máquina de planeamiento. Como se sabe, en el presente se explotan los sistemas de máquinas de cálculo electrónico de planeamiento automático que permiten obtener de estas máquinas muchos esquemas económicos. Es posible, por principio, utilizar las máquinas para proyectar sistemas más complejos que ellas mismas. Hasta ahora no se ha encontrado solución a todas las preguntas ligadas con las tareas descritas, aún no se ha creado un sistema completo de programas abarcado en todas las etapas por una máquina de planeamiento. Con todo, tal sistema de programas será creado tarde o temprano. La creación de este sistema marcará la encarnación práctica de la idea de los autómatas autoreproducibles.

Al ser una formidable ciencia teórica, la cibernética logra tener la mayor aplicación práctica. Existen muchas regiones diferentes de aplicación de sus métodos e ideas: cibernética económica, cibernética técnica, cibernética biológica, cibernética que estudia el organismo del hombre en su conjunto (y no solo su cerebro) desde posiciones cibernéticas generales, etc. En nuestros días, la cibernética se ramifica en un conjunto de líneas de ciencias aplicadas, cada una de las cuales tiene su propia problemática científica que incluye a la puramente teórica.

Es más, la importancia de la cibernética consiste en que ella empieza a transformar en ciencias exactas a muchas ciencias que anteriormente se construían como descriptivas. De ese modo apareció, por ejemplo, la lingüística matemática que es parte, en cierto sentido, de la teoría de autómatas abstractos. La cibernética incluye en sí a una parte significativa de la matemática moderna³, pero no se limita solo al estudio matemático de los sistemas que se dirige, sino que aprovecha

3 Una revisión de las cuestiones matemáticas de la cibernética véase en el artículo de A.A. Liapunov y S.V. Yablonski "Problemas teóricos de la cibernética", "Problemas de la cibernética", fascículo 6, 1963.

ampliamente la modelación de unos sistemas adquirida con ayuda de otros. Es precisamente este método de modelación al que le debe sus éxitos la lingüística matemática. Es gracias a los instrumentos matemáticos de la cibernética y la aplicación de la modelación adquirida que se empieza a transformar a la biología en una ciencia exacta. Ahora, resulta posible resolver con base en las máquinas, digamos, la siguiente pregunta: ¿cómo transcurriría el proceso de evolución biológica en condiciones diferentes a las terrestres?

El desarrollo de la cibernética se entronca íntimamente con el proceso de matematización de la ciencia. K. Marx consideraba que la ciencia solo alcanza la perfección cuando empieza a utilizar a la matemática en un plano más y más amplió⁴.

La influencia teórica de la cibernética como ciencia se esparce en la actualidad en casi todas las áreas del conocimiento humano. Pero esto no significa que ella sea un sistema filosófico en sí. La cibernética no es más que un método concreto de investigación. Al igual que la matemática, la cibernética no pretende en lo absoluto el rol de legislador universal en relación a otras ciencias; la cosmovisión y la metodología del materialismo dialéctico es la base filosófica de la cibernética y de su aplicación en distintas áreas.

El futuro de la automatización es la cuestión metodológica suprema de la cibernética. En el exterior a menudo se dice que las máquinas sustituirán a las personas. Es evidente que esta cuestión no es cibernética. En efecto, a partir de que las máquinas puedan hacer algo mejor que los hombres no se deduce en lo absoluto que mañana las máquinas habrán de comandar a la humanidad. La cuestión sobre el futuro de la automatización es una cuestión metodológica, filosófica y sociológica. Toda máquina es solo un producto del trabajo y la creación humana. El

4 Véase: "Recuerdos sobre Marx y Engels", Moscú, 1956, p. 66.

desarrollo de los instrumentos técnicos de la cibernética, como de la técnica en general, lo determinan las regularidades del orden social⁵. El desarrollo de las propias máquinas y su rol social depende de si las máquinas se aplican en las condiciones de la sociedad dividida en clases antagónicas o en la sociedad socialista o comunista. Si se lo hace en las condiciones de la propiedad social sobre los medios de producción, las máquinas servirán a la humanidad, siendo un poderoso medio de acrecentamiento de la productividad del trabajo que lleva al acortamiento de la jornada de trabajo, etc.; si se lo hace en las condiciones del capitalismo, la introducción de estas máquinas arrastra tras de sí el reforzamiento de la explotación y al desalojo del hombre “promedio” de la esfera del trabajo tanto intelectual como físico. Estas cuestiones no son, por esencia, cibernéticas, estas son cuestiones sociales, por eso ellas deben ser estudiadas con los métodos de las ciencias sociales, en primer lugar, los métodos del materialismo histórico. A la luz del materialismo histórico es evidente que las máquinas cibernéticas (este logro sorprendente del genio humano) otorgan a la humanidad un enorme poder sobre la naturaleza, permitiendo incrementar los valores materiales creados por los pueblos que vivirán bajo el comunismo.

5 Véase: V. M. Gluschkov, La naturaleza gnoseológica de la modelación de información, “Voprosy Filosofii”, N° 10, 1963.