

# Desarrollo de la energía nucleoelectrónica en la Unión Soviética

por el Dr. A.M. Petrosyants  
Presidente del Comité Estatal de la Unión Soviética  
para la Utilización de la Energía Atómica

**Extractos de un discurso pronunciado en el Atomic Industrial Forum de Washington en noviembre pasado.**

La Unión Soviética es un país con abundantes recursos naturales de energía eléctrica. Estos recursos, formados por combustibles orgánicos y reservas hidráulicas, nos permitirán en principio satisfacer la demanda durante muchos decenios. Sin embargo, observamos también en la Unión Soviética ciertas discrepancias entre la localización de los recursos y la de los consumidores de electricidad. Los principales recursos combustibles e hidráulicos se encuentran en las regiones orientales del país, mientras que la parte europea de la Unión Soviética y los Urales, regiones sumamente industrializadas y con la densidad de población más elevada, empiezan a verse afectadas por una insuficiencia cada vez mayor de combustibles económicos. Es en ellas principalmente donde estamos examinando la conveniencia de explotar la energía atómica construyendo centrales nucleares.

Después de la entrada en servicio en Obninsk, en 1954, de la primera central nuclear de todo el mundo, la Unión Soviética trabajó en el desarrollo general de diversos tipos de reactores nucleares: primero, los reactores térmicos, y a continuación los rápidos. Fruto de este esfuerzo, que comprendió la construcción y ensayo de numerosos prototipos, fue la selección de dos tipos de reactores térmicos para la construcción de los reactores de la primera generación. Estos fueron el WWER (análogo al de tipo PWR) y el RBMK, reactor de uranio y grafito del tipo en canal (en este caso no conocemos ninguna analogía directa).

La decisión de iniciar la construcción en serie de centrales nucleares con reactores del tipo WWER fue adoptada después de haber funcionado con éxito durante mucho tiempo la central análoga de Novo Voronezh. Como unidades estándar dotadas de este tipo de reactor, estamos construyendo centrales nucleares de 880 MW, con dos reactores de 440 MW cada una, en la parte central de Rusia, en la península de Kola, el Cáucaso y Ucrania. Igualmente, se están instalando o se instalarán centrales análogas en Bulgaria, la República Democrática Alemana, Hungría, Polonia, Rumania, Checoslovaquia y Finlandia.

Prosigue en la Unión Soviética el desarrollo de centrales nucleares mayores, dotadas de reactores del tipo WWER, para alcanzar una potencia de 1 000 MW por unidad.

El segundo tipo de reactor térmico seleccionado para la construcción en serie en la Unión Soviética es el RBMK.

La historia del desarrollo de los reactores de potencia de este tipo se remonta a la fecha en que entró en servicio la primera central nuclear en Obninsk (en 1974 celebraremos el vigésimo aniversario de esta central). Después, la central nuclear siberiana (más de

600 MW) fue construida en 1959; la primera unidad de la central Kurchatov de Beloyarsk se construyó en 1964, y la segunda en 1967 (potencia total, 300 MW).

El funcionamiento prolongado y seguro de estos reactores prueba que su elección fue acertada. Al mismo tiempo, se ha demostrado la posibilidad de utilizar el sobrecalentamiento nuclear en los reactores de potencia de uso industrial.

El paso siguiente en el desarrollo de los reactores de este tipo fue la realización del reactor RBMK-1000, de 1 000 MW de potencia unitaria. La principal diferencia entre el reactor RBMK y los reactores de Beloyarsk estriba, en particular, en el empleo de circonio en lugar de acero inoxidable como material de las vainas de los elementos combustibles y como principal material estructural en el núcleo, y en el empleo de barras de combustibles en lugar de elementos combustibles anulares. Hoy día el RBMK-1000 se fabrica en nuestro país en serie para varias centrales en construcción, dotadas de reactores gemelos de 2 000 MW cada una.

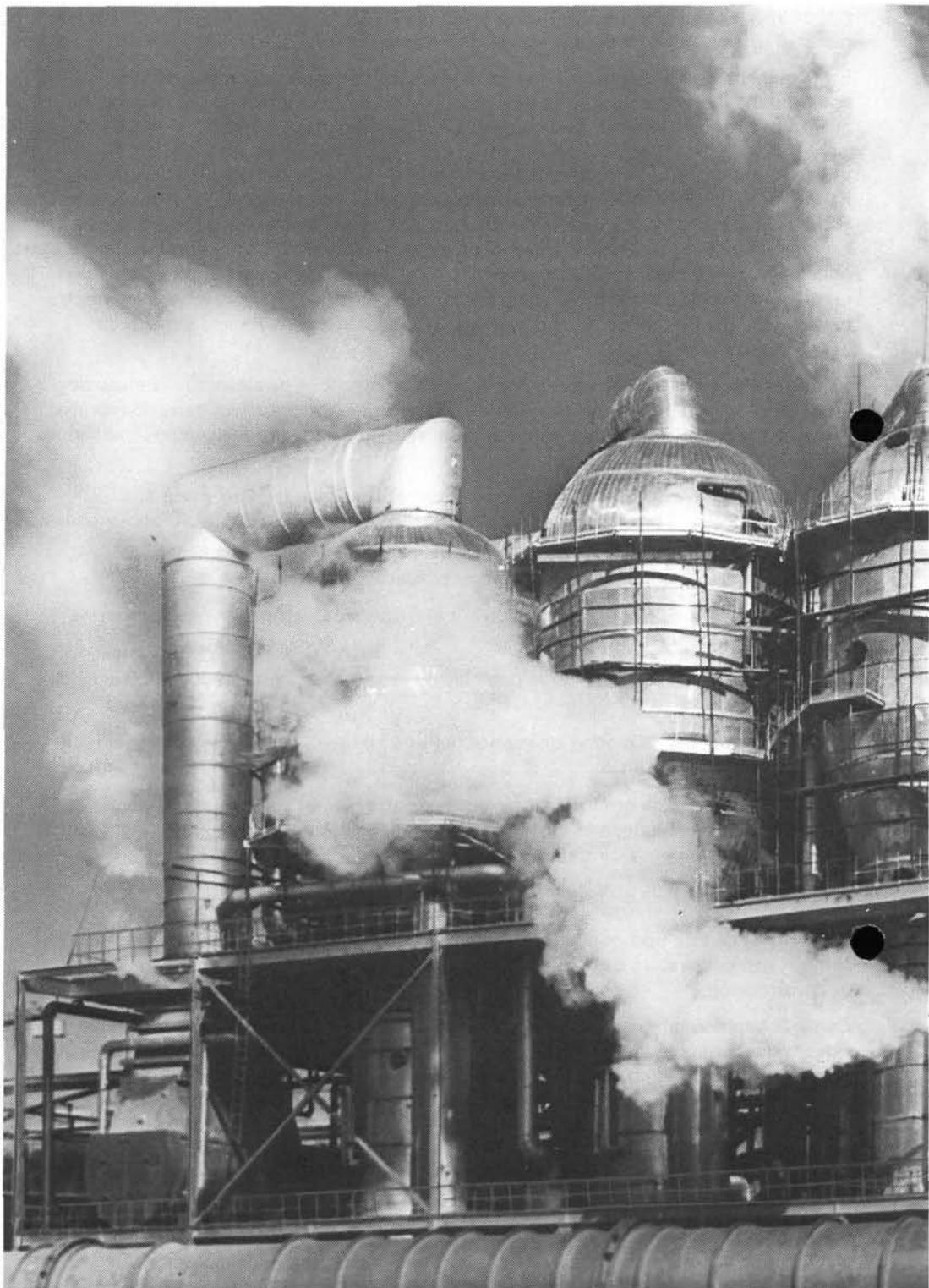
La primera de estas centrales nucleares — la de Leningrado — ha alcanzado la etapa de instalación del equipo. Como este tipo de reactor es menos conocido, desearía subrayar las ventajas que consideramos más importantes al elegirlo para la producción en serie. Son las siguientes:

1. No tiene vasija de alta presión, de muchas toneladas de peso y fabricación complicada y, por tanto, no hay necesidad de controlarla durante el funcionamiento.
2. Fiabilidad y vitalidad de todo el sistema gracias al control de cada canal, y posibilidad de recarga sin interrumpir el funcionamiento.
3. Posibilidad, en principio, de dividir el circuito del refrigerante en grupos más pequeños de canales aislados.
4. Posibilidad de aumentar la potencia de cada reactor hasta 2 000, 3 000 e incluso 4 000 MW(e).
5. Posibilidad de montar un reactor del tipo en canal, con un número cualquiera de secciones distintas.
6. Posibilidad de producir las secciones de este reactor en gran escala, gracias al empleo de componentes y conjuntos estandarizados y que se montan en el lugar de construcción de la central nuclear.
7. Posibilidad de utilizar el supercalentamiento nuclear.

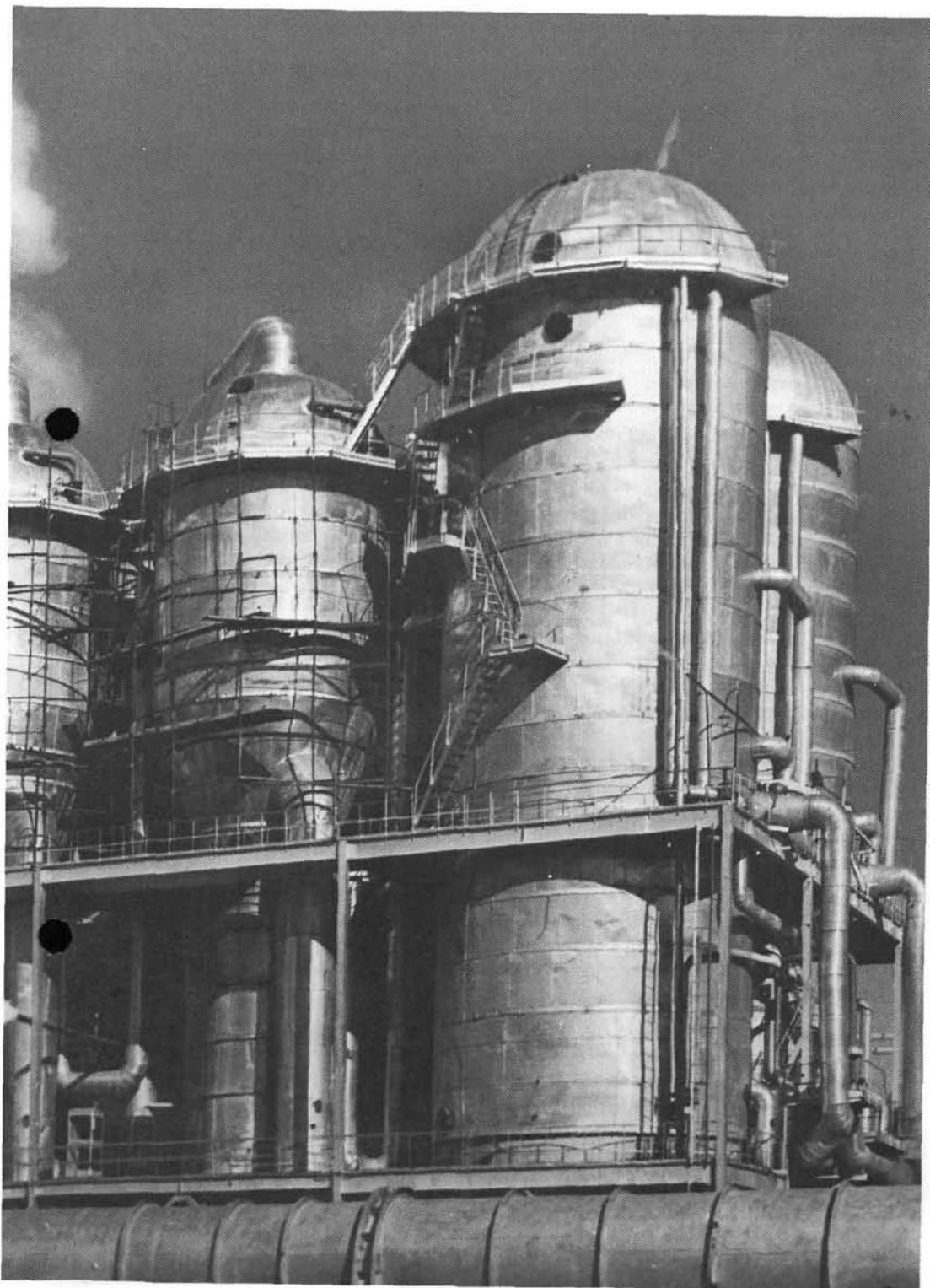
Las ventajas de este tipo de reactor compensan con creces ciertos inconvenientes — la complejidad del circuito de refrigeración y, en consecuencia, un gran volumen de trabajos de construcción.

Desearía también subrayar que el crecimiento en gran escala de la electricidad nuclear exige la puesta en práctica de métodos industriales de fabricación e instalación de reactores. La tendencia al aumento de la potencia unitaria plantea el problema de idear un modelo que permita construir reactores de capacidad cada vez mayor, con modificaciones mínimas de proyecto y sin cambios drásticos de la tecnología de producción, es decir, obtener unidades y componentes unificados y estandarizados fabricados en planta. Creemos que los reactores de uranio y grafito del tipo en canal nos brindan la posibilidad de resolver este problema.

**Basándonos principalmente en los reactores de estos tipos — WWER y RBMK — estamos planificando el desarrollo de la electricidad nuclear hasta el final del decenio, con unos 30 000 MW de capacidad instalada en 1980.**



La fotografía, facilitada por el Comité Estatal de la Unión Soviética para la Utilización de la Energía Atómica,



muestra la planta de destilación de la Central Nuclear de Shevchenko.

La construcción de los reactores térmicos de la primera generación proseguirá verosímilmente hasta alrededor de 1985, con una transición gradual hacia las centrales nucleares con reactores de la segunda generación, es decir, reactores reproductores rápidos.

En la Unión Soviética empezó ya a principios de los años cincuenta el desarrollo de los reactores de este tipo. Hasta ahora se ha adquirido considerable experiencia en la explotación de varios reactores de ensayo y experimentales. Al final de este año alcanzará la criticidad el reactor reproductor rápido de la central nuclear bifuncional de demostración de Shevchenko (Mar Caspio), de 350 MW.

En los Urales está en construcción el primer reactor rápido para uso industrial, de 600 MW. Confiamos en que la experiencia que se adquiriera con la explotación del mismo nos permitirá pasar a la construcción en gran escala de reactores rápidos refrigerados por sodio a principios de los años ochenta.

Debo advertir que les estoy describiendo las **principales**, repito, las **principales** tendencias del desarrollo de la electricidad nuclear en la Unión Soviética. Sin embargo, esto no significa que en nuestro país no se efectúen investigaciones y experiencias sobre otros modelos prometedores. Por ejemplo, hemos adquirido una excelente experiencia de explotación con el BOR-60, reactor que está produciendo electricidad desde 1968.

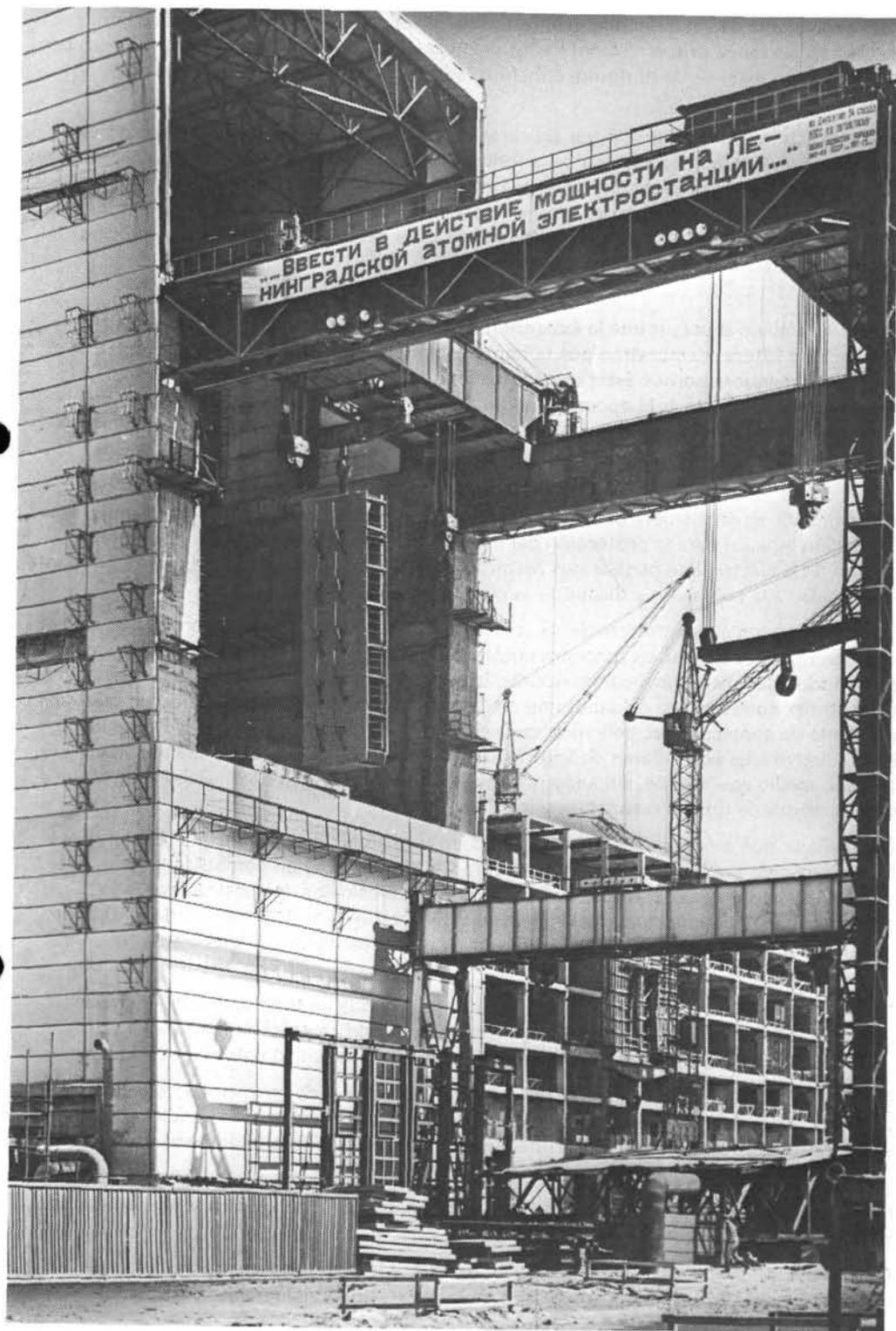
Así pues, en la Unión Soviética, lo mismo que en los Estados Unidos, se efectúan estudios sobre reactores rápidos refrigerados por gas. Si queremos hablar de proyectos más exóticos, por ejemplo, el reactor americano de sales fundidas, en nuestro país se realizan trabajos no menos exóticos sobre la utilización como refrigerante de un gas de disociación en un modelo de un solo circuito.

**Mucho se ha hablado y escrito sobre el papel de los reactores rápidos en la expansión futura de la electricidad nuclear. Testimonio de la importancia atribuida al desarrollo de los reactores rápidos en nuestro país son las resoluciones del XXIV Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética.**

Desearía señalar a su atención un solo aspecto de este amplio problema, a saber, la cuestión de las posibles maneras de aumentar la capacidad del sistema eléctrico formado por los reactores rápidos, con objeto de alcanzar un máximo integrado de ventajas económicas, y de seleccionar adecuadamente el combustible de las características requeridas por estos reactores.

A este respecto cabe considerar dos métodos. Uno de ellos se basa, como podemos observar, en consideraciones a corto plazo y admite el supuesto de que los primeros reactores rápidos industriales deben optimarse para un costo mínimo de generación de energía. Esto lleva a la selección de reactores reproductores de plutonio con una razón de reproducción bastante modesta.

Ahora bien, hay otro método (yo diría un método a más largo plazo y más global) para abordar la cuestión de los reactores rápidos. En términos muy generales se basa en las siguientes consideraciones: se acepta generalmente que los reactores reproductores rápidos, debido al bajo costo de su combustible, prometen ser los más económicos. Además, son de hecho los únicos reactores en que el costo de generación de electricidad no depende prácticamente del costo del material básico. En otras palabras, el costo de la electricidad producida no aumentará al disminuir los recursos naturales de uranio "barato".



Por consiguiente, la solución más económica del problema podría ser la introducción en gran escala (en la primera etapa) de los reactores reproductores rápidos optimizados para la producción máxima de plutonio, e incluso la introducción de reactores rápidos convertidores de  $^{235}\text{U}$ .

Con esta estrategia es posible lograr un corto período de duplicación para los reactores rápidos y una transición acelerada de la industria nucleoelectrónica hacia este tipo de reactores. En este caso, habría que examinar atentamente si no sería preferible cierta disminución de la rentabilidad de los reactores reproductores rápidos en la primera etapa, a cambio de la posibilidad de introducir a ritmo acelerado estos reactores y sustituir por ellos las centrales nucleares térmicas menos económicas.

**Desearía también subrayar que la expansión de la electricidad nuclear y el análisis de sus perspectivas futuras demuestran que la implantación generalizada de centrales nucleares no es solamente ventajosa porque éstas son competitivas con las de combustible orgánico. Igualmente importante es la oportunidad de resolver otro problema crucial — el de la conservación del medio humano. En nuestro país se atribuye la más alta prioridad a este problema.**

Ultimamente, en septiembre de 1972, el Soviet Supremo de la Unión Soviética aprobó una legislación especial para la protección del medio ambiente. Creemos que una gran progresión de la electricidad nuclear nos permitirá matar dos pájaros de un tiro: dar abundante electricidad a la población y disminuir la contaminación del medio.

Consideramos un elemento esencial la actitud atenta del público ante los problemas de seguridad planteados por las centrales nucleares. Esta actitud, y tal vez la rigurosa vigilancia de las industrias energéticas competidoras, ha tenido como resultado la construcción de centrales nucleares tan cuidadosamente concebidas que no se ha producido un solo accidente de consecuencias peligrosas para el personal o el medio ambiente. Desde luego, en lo relativo a las condiciones de seguridad de las centrales nucleares, es esencial hallar un término medio equilibrado, sin exageraciones en un sentido ni en otro. Debemos mantenernos dentro de límites razonables y justificados.

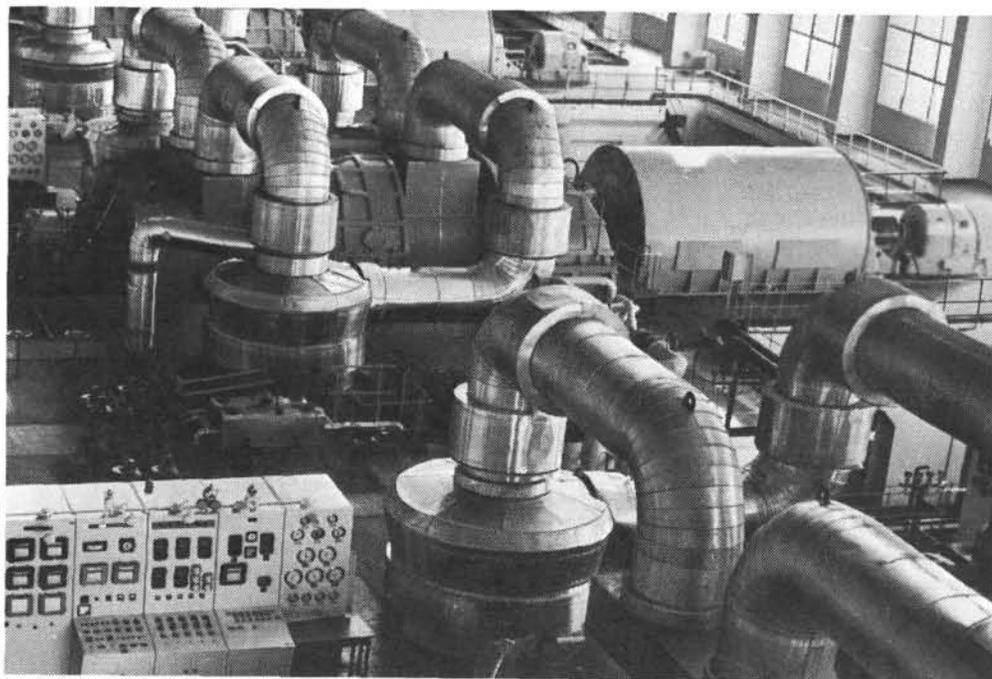
Debo añadir que muchos años de experiencia en la explotación de centrales nucleares nos han convencido también de sus ventajas sobre las alimentadas con combustible fósil, desde el punto de vista del medio ambiente. Nuestros cálculos demuestran que la concentración anual media de sustancias radiactivas en la atmósfera no excederá  $10^{-3}$  de los límites admisibles, incluso cuando la capacidad nuclear total mundial sea de 5 millones de MW.

Nuestra experiencia (y no sólo la nuestra, sino la adquirida en todo el mundo) demuestra que el funcionamiento de las centrales nucleares no modifica prácticamente el valor de la radiactividad ambiental en comparación con la radiactividad natural de fondo.

Para señalar el trigésimo aniversario de la entrada en servicio del primer reactor nuclear, podemos concluir con orgullo y satisfacción diciendo que la electricidad nuclear ha pasado de la etapa de investigación y desarrollo científicos a la de aplicación industrial.

La vida y el progreso científico han hecho de nosotros las "clases nucleares". A este respecto pienso en el público que celebrará el 50º aniversario de la entrada en servicio del primer reactor.

Quién sabe, es posible que esté formado en parte por las "clases termonucleares", que al mismo tiempo celebrarán el aniversario de la puesta en servicio del primer reactor termonuclear.



Sala de turbinas de la central nuclear de Novo Voronezh.

Todos sabemos las grandes perspectivas que abrirá a la humanidad la conquista de la fusión termonuclear. Los trabajos sobre este problema científico y técnico (igual que las investigaciones nucleares) han seguido una línea sinusoidal, de altos y bajos.

El final de los años cincuenta fue marcado por una nota (como vemos ahora) de excesivo optimismo. Siguieron años de éxitos relativamente modestos, pero al mismo tiempo de muy importantes e intensas investigaciones.

Nuestro eminente especialista en esta esfera, el académico Artzimovich, juzga el ritmo de progreso de las investigaciones termonucleares como sigue: "No es tan rápido como para ser motivo de gran satisfacción, pero tampoco es tan lento que permita el pesimismo. El avance continúa prácticamente sin interrupción, aunque no con la rapidez que desearíamos".

Podemos declarar hoy que varios países han iniciado el proyecto del primer reactor termonuclear de demostración, en particular un proyecto basado en el sistema magnético cerrado "Tokamak" ideado por los científicos soviéticos. Este sistema es muy apreciado por los especialistas de muchos países. No cabe la menor duda de que, en esta esfera, a los científicos les queda mucho por hacer. Por consiguiente, el establecimiento de una cooperación internacional más estrecha para resolver este problema y, en particular, la organización de investigaciones por colaboración entre científicos soviéticos y americanos, es de la mayor importancia y urgencia. Por ello trabajamos ahora con la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos en este problema.

Desearía terminar expresando mi satisfacción y orgullo por lo beneficiosas que la ciencia y la tecnología nucleares pacíficas han resultado para la humanidad, y mi sincera creencia de que, en el futuro, todavía se lograrán más progresos, en particular gracias a una estrecha cooperación internacional entre los científicos y especialistas de todos los países.