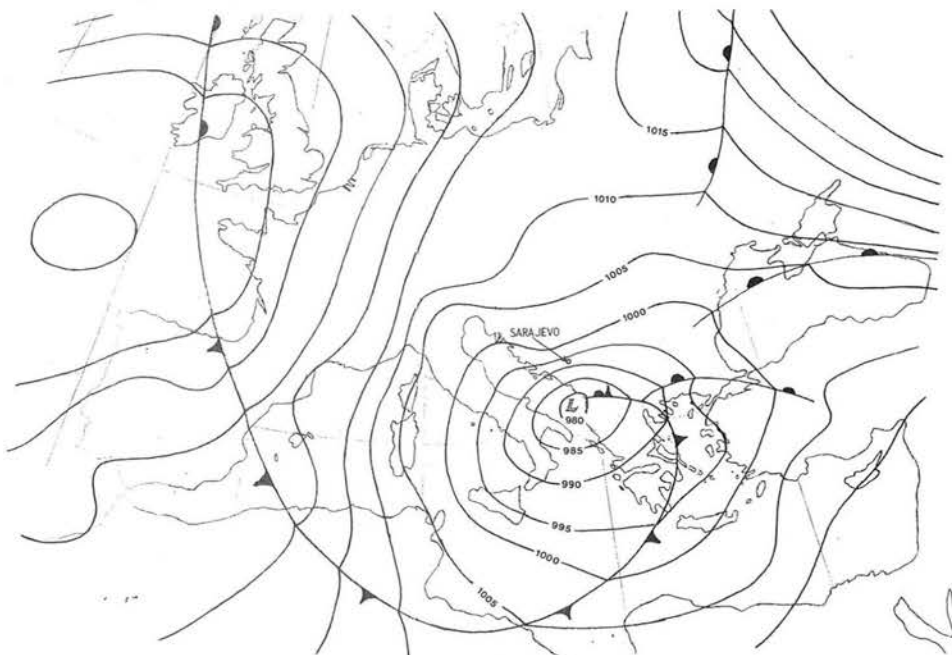


mismo tiempo, un extenso anticiclón permaneció estacionario al oeste de Europa lo cual provocó una situación de vientos del norte sobre los Balcanes; los vientos fueron excepcionalmente fuertes en los niveles altos, ya que la velocidad alcanzó los 50 m seg^{-1} en la cima del Monte Bjelasnica (2067 m.), donde estaba situada la salida de la carrera de descenso. La presencia de masas de aire húmedo trajeron como consecuencia fuertes nevadas; entre 50 y 90 cm. se acumularon en cuatro días sobre Sarajevo y las localidades próximas. Sin embargo, a partir del 13 de febrero el anticiclón finalmente se desplazó sobre el país con lo cual durante el resto de los Juegos en Sarajevo el tiempo fue frío, seco y soleado.

Las condiciones meteorológicas se predijeron con precisión, y los responsables de la planificación y organización de los Juegos así como los diversos servicios auxiliares dispusieron del tiempo suficiente para hacer sus preparativos. Que esto resultó eficaz lo prueba el hecho de que, a pesar de las intensas nevadas, la única prueba que tuvo que ser aplazada fue la competición de descenso, y aún así los Juegos finalizaron con éxito dentro del período planeado.



Mapa sinóptico de las 12 TMG del 9 de febrero de 1984, el tercer día de las Olimpiadas de Invierno. (Del Deutscher Wetterdienst; Boletín Meteorológico Europeo)

LOS PRIMEROS LANZAMIENTOS DE RADIOSONDAS EN EL ARTICO Y SU CONTRIBUCION AL SEGUNDO AÑO POLAR INTERNACIONAL

Por E.S. SELEZNEVA

Ya se han publicado varios trabajos sobre los antecedentes históricos del desarrollo del radiosonda (*Boletín de la OMM* 29 (3) p. 201-203; 30 (3) p. 235-236; 31 (3) p. 240), y es interesante repasar lo escrito sobre este invento en las publicaciones y en los

documentos de la época. Estas fuentes atestiguan el papel que los organismos internacionales desempeñaron en el desarrollo de la nueva técnica de investigación de la atmósfera libre, así como en la confirmación de su importancia fundamental para la meteorología.

Fue en una reunión de la Comisión de la OMI para la exploración del aire en altitud, que tuvo lugar en Leipzig en 1927, donde el Profesor P.A. Molchanov presentó por primera vez su proyecto de radiometeorógrafo, que, más adelante, denominó radiosonda cronométrico, ya que el sistema de codificación estaba basado en la medida del tiempo. El artículo de Molchanov (en alemán) se publicó en las actas de la reunión y también en *Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre* (Vol. 14). Esta fue la primera referencia al radiosonda aparecida en la bibliografía científica mundial, por lo que el año 1927 debe considerarse como el de su nacimiento.

El año siguiente se celebró en Leningrado una conferencia de la Aeroártica, una asociación internacional dedicada a la investigación sistemática de la fisiografía de las regiones polares septentrionales, cuyo presidente era el conocido explorador noruego Fridtjot Nansen. En esta conferencia, muchos científicos aportaron comunicaciones sobre las necesidades y métodos de estudio de la atmósfera en el Artico, y, en particular, Molchanov presentó un prototipo de su radiosonda cronométrico. Como consecuencia, la conferencia Aeroártica aprobó una resolución expresando su gran interés por los estudios del Profesor Molchanov relativos a los sondeos de la atmósfera en altitud, y solicitaba el apoyo del Gobierno de la Unión Soviética para estos estudios. Asimismo, la conferencia recomendó la utilización del radiometeorógrafo de Molchanov para los sondeos de la alta atmósfera que habría de realizar en el lejano norte el dirigible alemán *Graf Zeppelin*. A este objeto, se encargaron varias unidades, que fueron fabricadas por la firma Askaniya. Por cierto que el prototipo de Molchanov se exhibió más tarde en una exposición internacional de transporte aéreo en Berlín.

Aunque el principio cronométrico del radiosonda de Molchanov era firme y de aplicación universal, el diseño del aparato resultaba complicado y costoso. Por esta razón, se propuso desarrollar el ingenioso instrumento de tipo "baroconmutador", que era ligero, sencillo y barato (tuvo tal éxito que continuó en servicio en la red aerológica de la URRS hasta 1960). Al acercarse el segundo API, la comisión polar nacional de la Unión Soviética asignó un presupuesto adicional para la fabricación del radiosonda modificado, que empezó a producirse a finales de 1929.

El primer lanzamiento se retrasó, porque era necesario que el cielo estuviese despejado para poder seguir el globo con los teodolitos, y esta situación no llegó hasta el 30 de enero de 1930. Uno de los globos estalló, pero el radiosonda, que era del tipo baroconmutador, alcanzó la altura de 9 km. registrando la tropopausa baja de invierno a 7,8 km. con temperatura de $-40,7^{\circ}\text{C}$. Los resultados se cablegrafiaron inmediatamente a la Oficina Meteorológica de Leningrado y al Instituto Central de Predicción de Moscú. El presidente de la Comisión Aerológica Internacional de la OMI, Sir William Napier Shaw, se expresaba así:

"... toda persona familiarizada con el trabajo internacional en meteorología tiene que reconocer en Molchanov un genio para la solución de las dificultades que, en materia de instrumentos, presenta la exploración del aire en altitud. Hace unas semanas me envió una copia de la banda de registro obtenida por un globo sonda y transmitida automáticamente por radio, y posteriormente ha publicado un informe sobre el aparato". (*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 52 (236) págs. 352-354).

Continuaba prediciendo que este avance técnico iba a inaugurar una nueva era en la historia de la meteorología. Y ahora pensamos que estaba en lo cierto.

Desgraciadamente, Nansen falleció en 1930, y no pudo realizar su aspiración de dirigir la expedición del Graf Zeppelin. En un acto de homenaje a su memoria, Molchanov recordó su vivo interés por el nuevo radiosonda y por los trabajos que se desarrollaban en el Observatorio Aerológico. Nansen había puesto muchas objeciones a Molchanov referentes a los resultados de sus estudios sobre el englamamiento de las cometas en el seno de las nubes y sobre las condiciones probables de englamamiento que encontrarían los vuelos tripulados en latitudes altas.

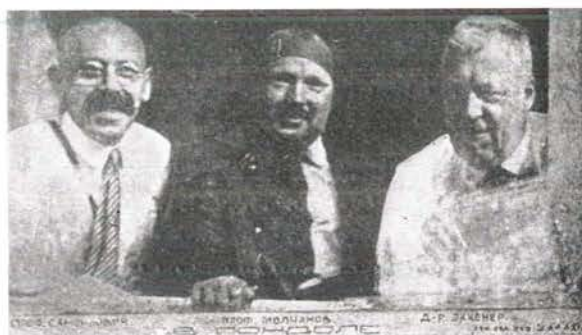
En agosto de 1930, la Comisión Internacional para el (segundo) Año Polar que había constituido la OMI celebró su primera reunión en Leningrado. Molchanov presentaba dos comunicaciones: *Methoden der Erforschung der Atmosphäre in dem Polar-regionen* (Métodos para el estudio de la atmósfera en las regiones polares) y *Projekt eines Programms der Erforschung der höheren Atmosphärenschichten während des Polarjahres* (Programa esquemático para el estudio de las capas altas de la atmósfera durante el Año Polar). También en esta ocasión presentó a los miembros de la comisión el radiosonda baroconmutador. En su programa estaba previsto el lanzamiento de radiosondas en varias estaciones de latitudes altas de la URSS, así como la investigación del aire en altitud de forma mucho más intensiva que la que proponía ningún otro país. La comisión aprobó el programa con satisfacción.



Leningrado, agosto de 1930— El Profesor Molchanov (a la derecha) muestra el radiosonda baroconmutador a los miembros del Comité para el (segundo) Año Polar.

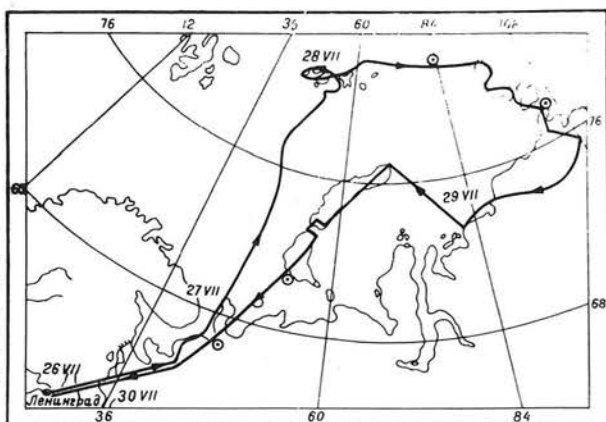
Con objeto de adquirir alguna experiencia previa sobre las condiciones de la noche polar en que iban a tener que trabajar durante el segundo API, Molchanov se fue con un pequeño grupo a Polyarnyy, cerca de Murmansk, para efectuar una serie de lanzamientos durante el período del 12 al 16 de enero de 1931. Allí, a 69°N, el tiempo se caracterizaba por una sucesión de depresiones que pasaban cerca de la península de Kola con vientos frecuentemente fuertes y malas condiciones meteorológicas; se encontraron en los equipos ciertos defectos de diseño, que fueron corregidos de inmediato, y se ideó una técnica óptima para el lanzamiento. Los resultados de dos de los sondeos arrojaron nueva luz sobre las condiciones de la estratosfera en la noche polar; por ejemplo, el nivel de la tropopausa en estas latitudes era más alto que el que se suponía: el 16 de enero estaba a 9,5 km. Los resultados se publicaron en el Volumen 34 de *Gerlands Beiträge zur Geophysik* (Leipzig).

El verano siguiente se realizó el vuelo de investigación del *Graf Zeppelin* sobre el Ártico. El jefe de la expedición era el Dr. H. Eckener, el nuevo presidente de Aeroárctica, y en ella participaron siete científicos de Alemania, cuatro de la Unión Soviética, dos de EE.UU. y uno de Suecia. Los Profesores Molchanov y Ludwig Weickmann eran los responsables del programa meteorológico, en el que se incluían lanzamientos de radiosondas Molchanov desde la cabina del dirigible. Estos lanzamientos eran complicados y peligrosos, puesto que una simple chispa podía provocar una catástrofe. Durante el lanzamiento se paraban los cinco motores porque el globo debía mantenerse a dis-



Dr. Eckener, prof. P. A. Molchanov y autor en gondola „ЛЦ 127“ в Ленинграде.

En la góndola del *Graf Zeppelin* momentos antes de partir de Leningrado el 26 de julio de 1931. De izquierda a derecha: Dr. H. Eckener; Profesor Molchanov; Dr. R.L. Samoïlovich. Derecha: La ruta que siguió el dirigible con los puntos donde se lanzaron los cuatro radiosondas.



tancia para que no fuera arrastrado y para evitar que chocase con la envoltura. La solución que encontró Molchanov a este problema fue la siguiente: se añadía un peso adicional al globo con su radiosonda; el conjunto se soltaba por una escotilla del suelo de la góndola y caía hacia tierra; 45 segundos después, mediante un dispositivo de acción retardada, se soltaba el peso extra y se conectaba la corriente al equipo; y entonces el globo con su radiosonda comenzaba a elevarse, pero ya el dirigible se había apartado lo suficiente. Una vez iniciado el ascenso, se podían encender de nuevo dos motores solamente, pues con los cinco en funcionamiento las interferencias impedían la recepción de las señales del radiosonda. El zeppelin podía mantenerse así durante 45 minutos, que era el máximo período de seguimiento de un radiosonda.

Este procedimiento se había ensayado con éxito sobre el lago de Constanza. Durante los cinco días del vuelo se lanzaron cuatro radiosondas (tres cronométricos y uno de baroconmutador) y todos transmitieron datos de la estratosfera alcanzando alturas

de 16-18 km. El primero se lanzó a 81°N en las cercanías de Severnaya Zemlya y los otros un poco más al sur (véase el mapa). Las observaciones realizadas durante el vuelo se publicaron en *Meteorologische Zeitschrift* 48 (11). (Braunschweig).

En la segunda reunión de la comisión para el Año Polar, que se celebró en Innsbruck, en septiembre de 1931, Molchanov presentó un trabajo titulado *Versuch praktischer Anwendung des Radio-Sondes zur Erforschung der höheren Atmosphärenschichten* (Experiencia práctica del empleo del radiosonda para el estudio de las capas altas de la atmósfera). En él afirmaba que los instrumentos del tipo baroconmutador habían dado buenos resultados en diversidad de condiciones, por lo que recomendaba su amplia utilización. El Dr. P. Buckert también había desarrollado un radiometeorógrafo en Lindenberg (Alemania), y el Dr. H. Hergesell había presentado una comunicación titulada *Stand unserer Radiosendearbeiten Anfang September 1931* (Estado de los trabajos sobre radiosondas en septiembre de 1931), pero aún era demasiado pronto para poder incluir ningún resultado. La comisión decidió adquirir 100 sondas Molchanov, de las cuales cedió 28 a Suecia para ser lanzados en la base de Spitsbergen, 12 a Dinamarca, 30 a Países Bajos (de los que 12 fueron lanzados en Reykjavik (Islandia) y 12 en De Bilt), y a Canadá, India y Estados Unidos de América, 10 a cada uno, para lanzar estos últimos en Fairbanks, Alaska.

Durante el segundo API fueron designadas para radiosondeos tres estaciones de la URSS: Polyarnyy, Matochkin Shar (Nueva Zembla) y Tikhaya Bay (Tierra de Francisco José). En cada una de las dos primeras se efectuaron catorce sondeos, pero en Tikhaya Bay (a más de 80°N) I.G. Guterman lanzó con éxito no menos de 31 radiosondas (dos años después, a bordo del rompehielos *Sadka*, realizó sondeos a latitudes aún mayores). En algunos de los otros países que utilizaron el radiosonda Molchanov no se alcanzó el 100 por ciento de éxitos debido a que el personal carecía de la necesaria experiencia, pero la India informó del buen funcionamiento de los diez radiosondas, y al mismo tiempo solicitaba otros diez. Países Bajos obtuvo muy buenos resultados, y realizó también observaciones aerológicas regulares en Reykjavik utilizando un avión (*Boletín de la OMM* 31 (3) p. 240). A este respecto, la comisión solicitó al Dr. H.G. Carnegieier un estudio comparativo de los resultados obtenidos por el avión y el radiosonda. Las conclusiones a que llegó le indujeron a escribir en seguida al Profesor Molchanov felicitándolo por su radiosonda, que, según esperaba iba a reemplazar a los instrumentos existentes de medidas del aire en altitud.

En Francia, R. Bureau había inventado un radiosonda, pero al parecer existe muy poca información sobre los primeros resultados (*Boletín de la OMM* 30 (3) p. 235). Durante el segundo API, se lanzaron 49 de este tipo en Trappes (de los que 40 alcanzaron los 12 km.), 37 en Tamanrasset (Argelia) y 22 en Scoresbysund (Groenlandia). En un artículo de K.O. Lange en el *Bulletin of the American Meteorological Society* 16 (10) se relacionan todos los radiosondas utilizados durante el Año Polar. El Jefe del United States Weather Bureau, W.R. Gregg, escribiendo en 1935 sobre el progreso de la meteorología internacional, dice sobre los radiosondas:

“Ya en 1923 se hicieron unas pruebas preliminares en Estados Unidos, y en 1927 en Francia. Sin embargo, los primeros resultados realmente satisfactorios se alcanzaron en Slutsk, URSS, en 1930, bajo la dirección de P.A. Molchanov. A partir de entonces, el progreso ha sido rápido, y durante el Año Polar Internacional 1932-33 se efectuaron gran número de sondeos con resultados razonablemente buenos” (*Monthly Weather Review* 63 (12) p. 340).

El Profesor E. van Everdingen, presidente de la comisión de Aerología de la OMI,

que analizó las actividades del API en su reunión de Friedichshafen en 1934, pidió que constase en acta el reconocimiento de la Comisión al Profesor Molchanov por sus descubrimientos en apoyo de los estudios del aire en altitud.

Por lo que se refiere a los datos del aire en altitud obtenidos durante el API en las estaciones de la Unión Soviética, fueron recopilados bajo la dirección del Profesor Molchanov y el Dr. E.S. Selezneva y se publicaron en 1937. En un volumen aparte, aparecido al mismo tiempo, se publicaron las observaciones especiales sobre nubes realizadas durante los días internacionales del API, lo que constituye realmente la continuación del trabajo que comenzó con el Año Internacional sobre las Nubes (1896/97). Con los datos posteriores aumentó notablemente el conocimiento sobre las diferencias en la distribución de las nubes a lo largo del año entre los sectores oriental y occidental de la región ártica soviética.

En los círculos meteorológicos de la URSS se celebró con amplio eco el quincuagésimo aniversario del primer lanzamiento de un radiosonda por el Profesor Molchanov y de sus subsiguientes logros como pionero en el Artico (E.S. Selezneva (Editor) (1982): *Development of radiosounding in the USSR* (El desarrollo del radiosondeo en la URSS), (Gidrometeoizdat, Leningrado). La gran experiencia adquirida se utilizó con provecho al trazar los planes del Año Geofísico Internacional un cuarto de siglo después y, de hecho, en algunas estaciones aerológicas del Artico aún se utilizaba una versión modificada del radiosonda de baroconmutador. Desgraciadamente, el Profesor Molchanov murió en 1941, antes de cumplir los cincuenta años; pero, si es verdad que nos vimos privados de su sabiduría e inventiva, su ejemplo nos sirvió de inspiración al hacer los preparativos para esta aún más ambiciosa y desafiante aventura internacional de investigación.

CENTROS REGIONALES DE FORMACION PROFESIONAL METEOROLOGICA: El Centro AGRHYMET, Niamey

(Presentado por el Representante Permanente de Níger ante la OMM)

Antecedentes

El Centro Regional de Formación Profesional y de Aplicaciones de la Agrometeorología y la Hidrología Operativa (Centro AGRHYMET) se creó en 1975, tras la grave sequía que afectó a la región sudano-saheliana de Africa (*Boletín de la OMM* 29 (2) págs. 119-121). A este efecto se adoptó una resolución en Ouagadougou (Alto Volta), en septiembre de 1973, por parte de los ministros de los Estados Miembros del Comité permanente interesados para la lucha contra la Sequía en el Sahel (CILSS – *Comité inter-Etats pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel*).

Creado con el fin de contribuir al fortalecimiento de los servicios agrometeorológicos e hidrológicos de los países del Sahel, el Centro, desde sus inicios, ha dado la máxima prioridad a la formación profesional de técnicos (Clase III) e ingenieros (Clase II) en agrometeorología e hidrología, así como en instrumentos meteorológicos convencionales y electrónicos.