

homogéneamente entre las Regiones, entonces una nueva distribución proporcional a la superficie puede dar una cifra demasiado elevada. Por otra parte, algunos países informantes no incluyen las muertes menos significativas relacionadas con el tiempo que compensarían cualquier sobreestimación. En consecuencia, corrigiendo las cifras de la Tabla III, llegamos a unas cifras para el umbral general probable de 5 900 muertos relacionados con el tiempo por año, que está dentro del intervalo de 5 100 a 6 400. La mayor proporción de ellas se da en los países asiáticos densamente poblados y de economía agraria, donde los fenómenos aislados pueden más que doblar la cifra, general. Los países occidentales urbanizados son más propensos a sufrir grandes pérdidas materiales en caso de fenómenos meteorológicos extremos. De esta forma, la proporción de mortalidad de la inundación de Pakistán al paso del *Andrew* es de alrededor de 60:1, aunque la proporción de daños materiales es de 1:13, según las primeras estimaciones. El impacto a largo plazo en Pakistán puede resultar mayor del que se ha informado y en consecuencia puede reducirse

la proporción entre los dos fenómenos.

En la nota al pie de la Tabla III sobre inundaciones históricas, se observa que, aunque los desbordamientos de ríos de Pakistán en 1992 fueron extremadamente graves, la inundación costera de Bangladesh en 1991 está en la muy rara categoría de inundaciones históricas. La Tabla II muestra que, en 1992, los huracanes causaron los mayores daños económicos inmediatos, si bien las consecuencias económicas en la agricultura de un verano no dramático pero frío e lluvioso son comparables a los mayores temporales e inundaciones. Cuando se compara con las pérdidas ocurridas durante anteriores fenómenos meteorológicos (Tabla IV), encontramos que el *Andrew* fue casi cinco veces más destructivo que el *Hugo* (1989) y es el fenómeno meteorológico más costoso que ha afectado a los EE.UU. La mayoría de los grandes fenómenos meteorológicos causan mayores pérdidas que cualquier explosión o vertido de petróleo y, en Europa, los temporales de viento se ajustaron al impacto económico de los huracanes y tifones en otras regiones.

## BASE ALPINA EN UZBEKISTAN PARA ESTUDIOS DEL REGIMEN DE GLACIARES

Por V. G. KONOVALOV\*

Durante más de 25 años ha estado operando en el glaciar Abramov una base glaciológica experimental perteneciente al Instituto de Investigación Hidrometeorológica de Asia Central (SANIGMI), efectuando una gran variedad de observaciones y estudios de duración estacional o anual. Proporciona a los usuarios información hidrometeorológica y realiza investigación glaciológica y ecológica.

El glaciar Abramov está en la ladera sur del Alaisky Khrebet, cerca del nacimiento del río Koksu, uno de los numerosos afluentes de tercer orden del río Amudarya que desemboca en el mar Aral. El glaciar tiene 9,4 km de longitud entre su punto más alto (4 600 m) y el

más bajo (3 600 m), cubriendo un área de 24,4 km<sup>2</sup> (anchura media: 750 a 800 m; máxima: 5 km) y el espesor del hielo varía desde pocos metros en la base del glaciar hasta 180 a 200 m en su sección media. Además del Abramov, el río Koksu tiene otros 14 glaciares con un área total de 9 km<sup>2</sup>.

Los estudios del glaciar Abramov se remontan a un viaje del botánico S. P. Korzhinsky en 1895 y a partir de entonces y hasta la década de los años 1970 se han realizado, tanto en la cuenca del Koksu como en el glaciar Abramov, observaciones glaciológicas y trabajo geológico de poca duración. En 1966, una expedición glaciológica del SANIGMI construyó en el glaciar un grupo de casas confortables, laboratorios bien equipados y algunos barracones, en conexión

\* SANIGMI, 72, Observatorijskaya Ulitza, 700052 Tashkent, Uzbekistán

con un estudio del régimen glaciológico actual en Asia Central, bajo los auspicios del Decenio Hidrológico Internacional (DHI). La base dispone de electricidad, agua corriente fría y caliente, calefacción central y un enlace radio normal con Tashkent. A fin de mejorar la eficacia y facilitar los movimientos del personal sobre el glaciar, la vigilancia glaciológica se realiza con vehículos para nieve y tractores. La construcción de la base y su puesta en operación requirió muchos meses de trabajo desinteresado por parte de los glaciólogos del SANIGMI.

Desde Tashkent sólo se puede acceder a la base en helicóptero, pudiendo transportarse en cada viaje sólo una tonelada de provisiones hasta una altitud de más de 3 800 m. La existencia permanente de la base y de su personal, así como la gran cantidad de trabajo científico y operativo, depende enteramente de la posibilidad de asegurar el suministro puntual de las muchas toneladas del material, los equipos y los alimentos necesarios, en particular de 40 toneladas por año de gasóleo diesel, gasolina y aceites lubricantes.

Las condiciones climáticas de la cuenca del glaciar son típicas de la región alpina Pamiro-Alai, donde la cantidad anual de precipitación oscila de 500 a 1 000 mm y el invierno dura desde octubre hasta mayo. En verano, la temperatura media mensual del aire no supera los 3° C. La presión atmosférica en el glaciar es del 58 al 65 por 100 de su valor a nivel del mar. La intensidad de la radiación solar es muy alta, estando entre 712,3 y 754,2  $\text{mJ m}^{-2}$  en verano, que es casi la máxima irradiancia posible. Desde 1966, la base ha tomado parte activa en programas y proyectos nacionales e internacionales. Estos incluyen el Programa Hidrológico Internacional (UNESCO), el programa internacional de observación del balance de masa del glaciar y su fluctuación, el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (CIUC) y un estudio de los elementos del balance de calor y del balance agua-hielo en las cuencas de los glaciares.

Los datos obtenidos se han utilizado para evaluar el régimen hidrológico multianual y el balance de masa de hielo en la región de Pamiro-Alai, donde se concentran 11 500 glaciares con un área total de 7 500  $\text{km}^2$  y un volumen de 470  $\text{km}^3$ . Así, por vez primera, se han determinado, para las condiciones de Pamiro-Alai las características detalladas de

los procesos de acumulación, ablación, transferencias mediante tormentas de nieve y aludes, y formación de hielo en una zona de nevero. También se han hecho medidas únicas de la distribución del balance de masa del glaciar durante el periodo de su movimiento súbito.

La información hidrometeorológica transmitida diariamente en tiempo real desde el glaciar al Centro Hidrometeorológico *Glagvidromet* de Uzbekistán es de un valor incalculable para producir predicciones a corto y largo plazo del tiempo en Asia Central y de la escorrentía en las cuencas de varios grandes ríos en Amudarya y Syr-Darya.

Desde 1972, se han realizado en el glaciar Abramov observaciones del régimen, así como un estudio de la contaminación de fondo del medio ambiente y, desde 1982, ha estado en servicio una estación para el control completo de la contaminación de la precipitación, el agua, el aire, el suelo y la biota.

A fin de estudiar la dinámica multianual de la contaminación en la zona del nevero de este glaciar, se realizaron varias perforaciones a una altura de 4 400 m, sacando continuamente el núcleo hasta una profundidad de 100 m. El análisis de la concentración de tritio en cada capa de los núcleos muestra que su cambio es similar a la distribución del tritio en el glaciar Fedchenko y se corresponde con las características de su acumulación en la superficie de la Tierra. Las perforaciones, los núcleos y las muestras tomadas de los huecos de los taladros han revelado la dinámica de la contaminación natural durante los últimos 80 a 100 años. Se determinó la edad de los estratos anuales por varios métodos: el método del polvo de esporas, el estratigráfico, y el que utiliza la proporción de isótopos de oxígeno. El análisis de las muestras correspondientes a diferentes estaciones del año ha mostrado también que la contaminación antropogénica del aire (incluyendo la radioactividad) está aumentando en Asia Central; como en todo el mundo.

Los datos de observación y la investigación realizada en la base Abramov se publican regularmente y son bien conocidos por los especialistas de muchos países. Estas publicaciones incluyen *Observaciones del DHI en las Cuencas de los glaciares de montaña de la Unión Soviética (Materialy nabliudjenii na gornolednikovykh basseinakh MGD v*

Sovietskoy Soyuze); los artículos que componen el *Estudio de la Contaminación de Fondo del Medio Ambiente en la URSS* (*Obzor fonovovo sostoyaniya zagryazneniya prirodnoi sredy na territorii SSSR*); Boletín de los niveles de contaminación de acuerdo con los datos de las estaciones de vigilancia de la contaminación de fondo en los países miembros del COMECON (*Bulleten sostoyaniya zagryazneniya po materialam fonovykh stantsii stran-chlenov SEV*); y *Fluctuaciones de los glaciares recopiladas por el Servicio Mundial de vigilancia de los glaciares* (Suiza). En 1980 se publicó una monografía titulada *El glaciar Abramov* (*Liednik Abramova*). La experiencia adquirida al organizar y llevar a cabo una investigación glaciológica compleja se utilizó y quedó reflejada en la preparación de la publicación oficial *Guía de trabajo de una expedición glaciológica* (*Rukovodstvo po ekspeditsionnym gletsjerologicheskim rabotam*). El Archivo hidrometeorológico de *Glavgidromet*, Uzbekistán, comprende en la actualidad 50 volúmenes de informes que contienen observaciones y análisis basados en todo el trabajo realizado en el glaciar.

El personal de la base ha llevado a cabo varias tareas de naturaleza metodológica y experimental, además de probar prototipos de instrumentos y equipos, tanto independientemente como en colaboración con organizaciones científicas de Moscú, San Petersburgo, Tashkent y otras ciudades de los estados miembros de la Comunidad de Estados Independientes (CEI). Entre los resultados más notables están el desarrollo y mejora de los equipos de perforación; sondeos de los glaciares por radar; observaciones hidrometeorológicas automáticas y el desarrollo de la teledetección para medir los parámetros de la cubierta de nieve.

Los resultados de la investigación del

glaciar Abramov se envían regularmente a la CEI y a otras conferencias internacionales, simposios, etc.

Especialistas de Bulgaria, Canadá, EE.UU.; Georgia, Japón, Kazajstán, Kirguizia, Mongolia, la República Checa, la República Eslovaca, Rusia, Suecia, Tayikistán y otros países se han alojado en la base para familiarizarse con el trabajo que allí se realiza y para otros fines científicos específicos. Estudiantes de varios institutos y universidades realizan, cada año, trabajo de campo en el glaciar. Algunos de los estudiantes se convierten, más tarde, en glaciólogos profesionales y se incorporan al personal del SANIGMI. Muchos estudiantes han realizado proyectos de fin de carrera utilizando observaciones del glaciar Abramov. Los preciosos datos obtenidos se han utilizado también para escribir y presentar siete tesis doctorales de especialistas de Tashkent, Moscú y San Petersburgo.

La dirección de SANIGMI trata continuamente de mejorar las condiciones de vida y de trabajo en la base, la calidad de las observaciones y de ampliar las posibilidades de utilización de la valiosa información sobre el estado de la glaciación y las condiciones naturales en las regiones montañosas de Asia Central. En 1991, SANIGMI ha hecho propuestas para realizar investigaciones y experimento conjuntos sobre el glaciar Abramov a varios organismos de investigación glaciológica, así como a algunos geólogos de América, Asia y Europa. SANIGMI se comprometió a proporcionar, de forma gratuita o muy subvencionada, alojamiento, alimentación y otros servicios, incluyendo el almacenamiento de sus equipos. Puesto que Uzbekistán es ya Miembro de la OMM, esperamos que sus órganos oficiales proporcionen apoyo a los proyectos internacionales de investigación glaciológica del glaciar Abramov.

