

COMISION DE COMPUTACION APLICADA A LA GEOLOGIA

SISGEO. SISTEMA DE INTERPRETACION GEOFISICA

Gómez Herrera, J.; Rodríguez Morán, O.; Valladares Amaro, Silvia
Centro de Investigaciones y Desarrollo del Petróleo
CUBA

El creciente desarrollo de las microcomputadoras ha dado lugar a su aplicación, en los registros geofísicos de pozos, y este es el caso, de nuestra evaluación de colectores, sus propiedades gasopetrolíferas en el complejo alóctono eugeosinclinal de Cuba. SISGEO, es un conjunto de programas diseñados en lenguaje N88BASIC sobre el sistema operativo MS-DOS, soportado por cualquier microcomputadora con un mínimo de 256 Kbyte de memoria RAM. Permite realizar una evaluación semicuantitativa de las propiedades colectoras y físicas del corte atravesado por los pozos, la clasificación de los litotipos y posibles zonas gasopetrolíferas en el corte ofiolítico, a partir del complejo estandar de registros geofísicos, mediante una metodología creada al efecto. SISGEO es de gran utilidad para los geólogos del petróleo, ofreciéndole una evaluación rápida y sin ayuda especializada del corte, teniendo la característica, de servir para cualquier otro complejo cambiando sólo la base del conocimiento en alguna de sus partes.

PAQUETE DE PROGRAMAS SAIRAS PARA LA INTERPRETACION DEL METODO DE RADIACION SISMICA

Escartín Sauleda, E.; Navarro Perdomo, H.; Delgado Rodríguez, O.
ISPJAE, EMPI-FAR, Academia de Ciencias de Cuba
CUBA

La aplicación del método sísmico es fundamental en las investigaciones geológicas o ingeniero geológicas. En particular, el método de radiación sísmica resuelve problemas tales como la resolución de la tarea inversa en un medio geológico con distribución de velocidades heterogéneas, brindando la estructura geológica del medio a partir de la distribución de las velocidades de las ondas elásticas en el mismo. El procesamiento manual de elaboración de los datos observados y las formas de interpretación utilizadas hasta ahora, hacían que el método de radiación sísmica no fuera lo suficiente productivo y eficaz. El paquete de programas SAIRAS es el primer esfuerzo para la automatización de la tarea de interpretación de los datos de campo obtenidos por este método, y está integrado por 7 programas BASIC, disponibles en NEC e IBM compatible, que hacen una aproximación inicial del corte de velocidades, refinan la solución inicial y hacen la representación del corte interpretado.

UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESAMIENTO Y LA INTERPRETACION DE DATOS GRAVIMETRICOS. SU UTILIZACION EN LA CUENCA DEL CAUTO

Castro Lamas, J.;
Departamento de Geofísica Aplicada. ISPJAE
CUBA

Se presenta un sistema interactivo para el procesamiento y la interpretación bidimensional de los datos de campos potenciales utilizando microcomputadoras y los resultados de su aplicación en el sur-oeste de la región oriental con datos a escala: 1:100 000. Se incluye un conjunto representativo de transformaciones lineales y un estudio de las diferentes variantes de las mismas mediante sus características de frecuencia, proponiéndose nuevas fórmulas de promediación y segunda derivada vertical. Entre los elementos novedosos que contiene el sistema se encuentra una variante modificada del algoritmo de Linsser, algoritmos de modelación tridimensional y de realización de la tarea inversa

para anomalías simples. Se realiza un estudio detallado de la separación residual-regional en el área, aplicándose finalmente un método de modelación que se ajusta a las complejas condiciones de la zona, el cual tiene la peculiaridad de brindar informaciones que apoyan la interpretación en cada paso del mismo. Se analizan los vínculos de la tectónica interior de la cuenca y el campo gravimétrico en la escala utilizada y se brindan conclusiones acerca de las causas geológicas vinculadas con los fuertes gradientes al sur y centro del área y el máximo de Levingston. Se propone un esquema tectónico basado en la interpretación gravimétrica, que amplía la información existente acerca de las características de la estructura profunda de la zona.

ATLAS COMPUTARIZADO DE YACIMIENTOS MINERALES

Díaz Duque, J.A.; Pérez Vázquez, R.
Centro Universitario de Pinar del Río
CUBA

Con vistas a sistematizar y facilitar el estudio de los yacimientos minerales de nuestro país, se ha preparado un sistema computarizado gráfico que permite, en forma interactiva, acceder a cada provincia y en ella a cada yacimiento para posteriormente llegar a algunas informaciones importantes del mismo. El trabajo brinda un ejemplo para la provincia de Pinar del Río. En cada yacimiento se muestra un corte geológico esquemático y se ofrece por selección un conjunto de pantallas informativas que recogen los siguientes descriptores: geológicos, mineros, de beneficio, económicos e informativos. El sistema aún se encuentra en fase de preparación, pues está diseñado para recoger todos los yacimientos metálicos de Cuba, habiéndose trabajado sólo para Pinar del Río. Su empleo será de gran utilidad en la docencia universitaria y como material de consulta por parte de los profesionales dedicados a la búsqueda y exploración de yacimientos de minerales metálicos.

INTERPRETACION AUTOMATICA DE CAMPOS POTENCIALES SOBRE PERFILES

Rodríguez Miranda, W.R.
Departamento de Geofísica, ISPJAE
CUBA

En el trabajo se expone una propuesta de metodología para la interpretación automática de campos potenciales sobre perfiles, utilizando para ello la combinación de una serie de transformaciones simples a los datos observados, que puede ofrecer resultados satisfactorios aun en condiciones de escaso nivel de información geológica inicial. Se presenta la secuencia de pasos que deben ser ejecutados para, a partir de los datos observados sobre el perfil de interés, llegar a proponer un corte geólogo-geofísico que satisfaga las exigencias de la investigación, lo cual es ejemplificado con un modelo teórico simple. Finalmente se ofrecen algunas características del paquete de programas que ha sido desarrollado en el Departamento de Ingeniería Geofísica del ISPJAE en lenguaje BASIC, para las microcomputadoras personales NEC e IBM compatibles, con el fin de automatizar la mayor parte del proceso y poder analizar una mayor cantidad de variantes en el menor tiempo posible, lo que evidentemente provocará la selección de la variante óptima en cada caso.

PAQUETE DE PROGRAMAS MULVAR

Escartín, E. y otros

Departamento Geofísica. ISPJAE

CUBA

Se denomina MULVAR a un paquete de programas para microcomputadoras, destinado al procesamiento y análisis de datos multivariados; es decir, datos en los que cada unidad observacional está caracterizada por varias variables. Este paquete está integrado por modificaciones y mejoras de programas desarrollados en el Departamento de Geofísica del ISPJAE, como resultado de las experiencias del trabajo realizado por especialistas de esta institución desde finales de la década de los años 70. La versión 1.3.1988 de MULVAR está constituida por 14 programas BASIC, que incluyen programas de servicio, estadística, análisis de factores, análisis de la informatividad, clasificación con autoaprendizaje y aprendizaje y representación gráfica. El principio básico en el diseño de MULVAR es la normalización. Mediante la aplicación de normas comunes para la creación y el procesamiento de ficheros en los diferentes programas, se logra estandarizar el trabajo del usuario y emplear un mismo conjunto de datos sin modificación en cualquiera de los programas del paquete. Otras características de MULVAR son: a) Algoritmos diseñados con un mínimo consumo de memoria central. b) Potente programa de tratamiento de ficheros. c) Uso de tres tipos diferentes de ficheros particulares, a los que se tiene fácil acceso en caso necesario. d) Cómoda selección de los ficheros de trabajo directamente desde el directorio del disco escogido. e) Nunca se abren más de dos ficheros simultáneamente. f) Posibilidad de preparación previa de los datos en todos los programas de aplicación, que incluye: elección de variables; transformación logarítmica; centrar, tipificar o normalizar las observaciones; trasposición de la matriz de observaciones. g) Detallado reporte de las incidencias de la ejecución y los resultados por la impresora. h) Entrada/salida de ficheros compatibles con el paquete de estadística general MICROSTAT. i) Disponibilidad en NEC e IBM, tanto en versiones intérprete como compiladas. MULVAR constituye una poderosa herramienta para la solución de tareas de análisis de datos multivariados, y en la rama geológica proporciona al especialista una ayuda inapreciable en la resolución de muy diversas tareas.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE PRONÓSTICOS APLICADOS A LA PROSPECCIÓN

Lledías Díaz, J.P.

CUBA

Durante la prospección geológica se emplea un complejo de métodos geológicos, geoquímicos y geofísicos que usualmente se han interpretado de forma individual, la información que nos brindan se usa de manera cualitativa y sólo se integra al final del trabajo una vez procesados y analizados los métodos por separado. Esta dificultad provoca que en muchos casos se pierda en generalidad y que no se descubran relaciones no manifiestas de manera evidente en cada uno o varios de ellos en particular. En este trabajo se discuten los resultados de la aplicación de diferentes técnicas de la Estadística Matemática, que permiten realizar la clasificación de variables cuantitativas o cualitativas. En todos los casos se emplea la totalidad de la información recopilada y la clasificación se realizó sobre la base de diferentes principios. Sólo se desestiman los parámetros que no aportan aumento del grado de conocimiento sobre el objetivo demostrado, esto de una manera matemática. Se emplean métodos de clasificación con auto-aprendizaje, tanto jerárquicos como no jerárquicos y métodos de clasificación con reconocimiento de patrones (con aprendizaje): Análisis discriminante, Método del vecino más cercano y el Método basado en la Fórmula de Bayes que utilizan patrones integrados con un número de elementos diferentes. Todos estos métodos fueron ensayados en un área donde se realizó la prospección de cobre porfídico con el empleo de un complejo de métodos geofísicos integrado por

radiometría, magnetometría, perfilaje eléctrico simétrico y polarización inducida. Como resultado se confeccionó un pronóstico sobre las dimensiones del cuerpo mineral y sobre las probables reservas del mismo. Este resultado fue controlado en el siguiente estadio de prospección. Los mejores resultados se obtienen con el empleo del método del Vecino más Cercano y con el Método de Bayes. Con ambos se resuelve la tarea con una confiabilidad y exactitud mayor.

APLICACION DE METODOS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES LOGICO COMBINATORIOS A LA RESOLUCION DE TAREAS GEOLOGICAS

Alaminos Ibarria, C.; Ruíz Shulcloper, J.; Manchado Martín, Angela; Pico Peña, R.C.;
Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN); Instituto de Cibernética, Matemática
y Física (ICIMAF)
CUBA

Partiendo de un breve análisis de las experiencias de aplicación de los métodos de reconocimiento de patrones lógico combinatorios en la práctica geológica internacional se recomienda la introducción de estas técnicas en la actividad geológica de nuestro país para la resolución de tareas de pronóstico geológico. En el trabajo se exponen los aspectos teóricos básicos y se describen los algoritmos que permiten su aplicación. Se expone además un conjunto de recomendaciones metodológicas que garantizan la obtención de resultados más eficientes. La evaluación práctica del paquete de programas confeccionado se realizó en la región Güines - Pipián donde se analizó con su ayuda la perspectividad de las anomalías aero gamma espectrométricas (AGE) localizadas en sus límites. Para conformar la matriz de aprendizaje, en calidad de objetos patrones positivos se utilizaron las anomalías asociadas a los yacimientos Meseta Roja y Loma Candela. Los objetos patrones negativos se seleccionaron en zonas donde, de acuerdo a sus condiciones geológicas, es imposible la presencia de depósitos fosfóricos. En calidad de atributos fueron utilizados parámetros geológicos, aero gamma espectrométricos, geomorfológicos, etcétera. Teniendo en cuenta las posibilidades de los algoritmos utilizados estos atributos fueron expresados tanto en forma cuantitativa como cualitativa (dicotómica y/o polivalente). En la matriz de control, preparada para evaluar la efectividad del procesamiento, se incluyeron objetos con perspectividad conocida. Como conclusión se ofrece un modelo matemático de los yacimientos Meseta Roja y Loma Candela que permite la clasificación de las anomalías AGE de acuerdo a su perspectividad para fosforitas en regiones con características geológicas similares.

ALGUNAS TENDENCIAS ACTUALES EN EL USO DE LA COMPUTACION EN LA EXPLORACION GEOLOGICA

Simón Méndez, A.
Empresa de Geología de Pinar del Río
CUBA

La introducción creciente de las computadoras en la práctica geológica ha transformado no sólo los métodos de cálculo, sino también el propio enfoque con que los geólogos abordan las diferentes tareas relacionadas con la prospección geológica. En este trabajo se analizan las principales características de algunos de los más importantes y difundidos sistemas orientados al procesamiento de los datos geológicos entre los elaborados en el mundo en los últimos años. A pesar de sus limitaciones en comparación con las grandes computadoras, el uso de las "estaciones de trabajo" basadas en potentes microcomputadoras es una tendencia actual bien definida. Los métodos geoestadísticos, basados en la Teoría de las Variables Regionalizadas, cuentan cada día con más adeptos entre los especialistas que se dedican al cálculo de reservas. Prácticamente todos los sistemas estudiados contienen paquetes de programas orientados al modelaje de los cuerpos minerales a partir de las técnicas de Kriging en sus diferentes variantes. Los sistemas empleados en el cálculo de reservas tienen un gran componente de trabajo interactivo. Desde el ajuste de los semivariogramas hasta el contorno de los bloques de reservas en dependencia del error de la estimación es necesaria

la intervención del geólogo, quien con su experiencia debe darle un sentido geológico al resultado del trabajo de la máquina. Los grandes avances obtenidos en el diseño con ayuda de computadoras (C.A.D.) han permitido lograr una alta automatización en la proyección de canteras y minas subterráneas, así como en el planeamiento minero. En su gran mayoría, los sistemas analizados también poseen módulos especializados en estas actividades, lo que garantiza una elevada integración entre la prospección geológica y la explotación minera.

UNA METODOLOGIA DE DIFERENCIACION ESTRATIGRAFICA MEDIANTE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Cheremisina, Eugenia; Rodríguez Martínez, Norma; Rodríguez Viera, Maritza;
Villavicencio García, B.; Hynes Peña, Ma. Virgen

Se exponen los resultados de un trabajo que persigue la diferenciación estratigráfica, en el cual se utilizaron técnicas de reconocimiento de patrones y el enfoque metodológico del sistema automatizado "ALISA". El trabajo fue aplicado en el complejo para autóctono del yacimiento Varadero y los resultados abogan por la continuación de la aplicación de esta metodología. La particularidad de la metodología consiste en primer lugar, en la formulación de la tarea, la cual incluye:

- a) la definición del objetivo a alcanzar; b) el análisis de los datos iniciales;
- c) el establecimiento del modelo geólogo-geofísico; d) la formulación de los resultados y las exigencias a los mismos;

en segundo lugar, el análisis de los objetivos desde el punto de vista de las posibilidades de la obtención de los resultados y el análisis de los datos desde la posición de su correspondencia con el modelo geológico. Este enfoque permite en primer término precisar el modelo y en resumen resolver la tarea planteada.

APLICACION DEL SISTEMA AUTOMATIZADO "ALISA" PARA LA ELABORACION COMPLEJA DE LAS IMAGENES COSMICAS Y LOS DATOS GEOFISICOS EN LA CUENCA DEL CAUTO

Eremeev, A.N.; Dobrinin, V.N.; Cheremesina, E.N.; Miró, G.
(VIMC), Departamento Geofísica ISPJAE
CUBA

Las investigaciones geólogo-geofísicas realizadas hasta el presente en el área de la Cuenca del Cauto han puesto de manifiesto que en esta región se manifiestan ciertas premisas favorables para la existencia en ella de acumulaciones de hidrocarburos. El empleo de los métodos de reconocimiento de patrones y de las metodologías de procesamiento de datos concebidos en el sistema automatizado "ALISA" han permitido realizar la regionalización tectónica de esta área en base a las imágenes cósmicas y a los campos geofísicos, han posibilitado el modelaje de la constitución profunda a la corteza terrestre en la misma y han permitido objetivizar las características informativas de los elementos de los campos geofísicos y de las imágenes cósmicas y determinan las interrelaciones existentes entre ellos. El Sistema Automatizado "ALISA" ha permitido establecer ciertas áreas en esta región que presentan especial interés desde el punto de vista estructural, en base a la elaboración compleja de las características geólogo-geofísicas y de las imágenes cósmicas obtenidas en la misma.

CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS MEDIANTE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Alvarez Varela, Estrella; Vinardell Grandal, Iliana; Fagundo Castillo, J.R.

Centro Nacional de Investigaciones Científicas

CUBA

Se presenta el sistema de programas "SAMA", Sistema Automatizado para el Monitoreo de Aguas". Este sistema, implementado en Turbo Pascal para microcomputadoras IBM compatibles y NEC con extensión de memoria, calcula, a partir de conocer los valores de temperatura, pH, conductividad eléctrica a una temperatura constante (CE 25°C) y la concentración de aniones y cationes en el agua, en un punto a lo largo del eje de un pozo, de un perfil o durante una batometría: a) 24 relaciones iónicas mediante las cuales se pueden caracterizar las aguas y estudiar sus propiedades geoquímicas; b) el tipo de agua; c) El grado de saturación respecto a los minerales calcita, dolomita y yeso; d) el contenido de CO₂ disuelto; e) la conductividad eléctrica teórica con vistas a corroborar la precisión de los análisis o completar la información hidroquímica; f) porcentaje de iones complejos. Además, el sistema ofrece modelos de ajuste lineal y polinómico para determinar las relaciones empíricas, en un sitio o área de interés, entre conductividad eléctrica y concentración, mineralización, entre otros parámetros, creando ficheros con las ecuaciones ajustadas. Se pueden dibujar diagramas de Stiff para la clasificación de las aguas. Su mayor aplicación ha sido en: a) caracterización de aguas cársicas; b) determinación de intrusión salina; c) clasificación de las aguas en función de su uso; d) automatización del monitoreo.

ESTUDIO MINERALOGICO PRELIMINAR DEL RUTILO NIOBICO DEL ESCAMBRAY

Mainegra Frenero, V.A.

Empresa de Geología, Santa Clara

CUBA

Desde 1980 se conocía la existencia de contenidos importantes de niobio en grandes cristales de rutilo encontrados en placeres de la zona "El Algarrobo", en el Escambray. Se obtuvieron muestras de este mineral en distintas localidades y formaciones geológicas de esta región, sometiéndolas a procesos de concentración y luego a análisis químico cuantitativo, espectral semicuantitativo de emisión, infra-rojo, óptico-mineralógico y roentgenoestructural. A partir de los resultados de los análisis realizados se establece preliminarmente la existencia de dos variedades fundamentales de rutilo. Una, sin niobio, de menudos cristales, menores de 1 mm, de color rojo transparente, brillo adamantino, asociado a esquistos granato-glaucofánicos, moscovito-disténico-cuarcíferos, etcétera. Otra, con niobio y hierro, o ilmenorutilo, de grandes cristales, por lo regular mayores de 1 mm y en ocasiones de 1 cm o más, de color rojo oscuro translúcido, brillo semimetálico y parámetros cristaloópticos y cristaloestructurales diferentes al primero, asociado a vetas de cuarzo, correspondientes al sistema radial de fallas de las cúpulas Trinidad y Sancti Spiritus. Se sugiere que la variedad de rutilo rica en niobio se forma durante el emplazamiento de las vetas de cuarzo, cuando la mayor parte de los silicatos de la roca de caja, de composición gabroídea, es liberada de sus impurezas isomorfas de titanio y éste, o cristaliza como rutilo libre entre los planos de esquistosidad de la roca, o bajo condiciones de mayor presión, es forzado a migrar hasta las zonas de fractura de menor presión, conjuntamente con el hierro, uniéndose a la sílice proveniente de profundidad y cristalizando en forma de minerales independientes de rutilo, ilmenita o esfena, pudiendo las condiciones PT imperantes hacer que el rutilo cristalizara conteniendo algo de Fe²⁺, o que la ilmenita se liberara de cierto exceso de Fe²⁺, recrystalizando como rutilo enriquecido en hierro (ilmenorutilo, en ambos casos), de manera que al formarse una red cristalina del tipo rutilo, donde el Fe²⁺ sustituye isomórficamente al Ti⁴⁺, se provoca una descompensación eléctrica de dicha red, que sólo puede ser compensada con la presencia de cationes de gran valencia, tales como los metales pentavalentes (p. ej. Nb y Ta), mediante el mecanismo de que dos de estos iones pentavalentes más un Fe²⁺ sustituyen a tres iones Ti⁴⁺. El hecho de que los análisis demuestran la presencia de

los elementos raros Nb y Ta en las muestras de rutilo (ilmenorutilo) procedentes de las vetas de cuarzo, evidencia que ellos también fueron aportados a la misma, pero no por la roca de caja, que resulta estéril en estos elementos, sino que el Nb y Ta provienen de profundidad, ascendiendo con los fluidos de las vetas de cuarzo, a partir de algún cuerpo ácido que podría corresponder con los hasta ahora hipotéticos cuerpos intrusivos ácidos emplazados por debajo del Escambray. También es posible que el niobio y el tántalo se aporten en profundidad a la veta al atravesar éstas formaciones rocosas enriquecidas en estos elementos. La importancia económica del titanio y de otros elementos raros que lo acompañan, tales como el Nb, Ta y Zr, presentes en el ilmenorutilo, y los distintos usos industriales que se le pueden dar directamente al rutilo e ilmenorutilo, así como su asociación a otros minerales de interés industrial como el granate, el cuarzo y la mica, hacen que su explotación como subproductos de éstos resulte relativamente barata y se constituyan en abundantes materias primas minerales que han de ser fuentes de riquezas seguras para nuestro país.

ESTADO ACTUAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION GEOLOGICA

Argudín, María Esperanza; Salinas Méndez, Amarilis; Simón Méndez, A.

Empresa de Geología de Pinar del Río

CUBA

Una de las tareas más importantes en el Plan de Desarrollo Computacional de la UEG es el diseño de un Sistema para el Procesamiento Automatizado de la Información Geológica. Este sistema está siendo elaborado por un grupo de especialistas en computación y en diversas especialidades de diferentes entidades de la UEG. Los principales objetivos del sistema serán los siguientes: a) La creación de una base de datos con estructura uniforme, que permita registrar la información obtenida en todos los proyectos de prospección geológica que se ejecuten en el país y que pueda ser integrada en una Base de Datos Nacional. b) La automatización del proceso de estimación de reservas y recursos pronóstico, mediante la utilización de métodos convencionales, geoestadísticos, de pronóstico, etcétera. c) La discriminación de sectores prospectivos mediante la utilización de métodos estadísticos uni- y multivariados. d) La automatización del proceso de creación de gráficos especializados. e) La evaluación técnico-económica automatizada del yacimiento. f) La planificación y el seguimiento de la explotación minera. Tras haber concluido la etapa de definición inicial, el trabajo de encuentra en la fase de Proyecto Técnico. Con este fin, a partir de las tareas definidas en la primera etapa fueron preparadas todas las vistas de usuario requeridas, las cuales fueron a continuación sometidas al proceso de normalización y síntesis mediante el SIDBD. Como resultado de esta operación se obtuvo una base de datos de tipo relacional muy compacta, que permite un rápido acceso a la información gracias al uso de diferentes categorías de ficheros.

ESTADO ACTUAL DE LA COMPUTACION APLICADA A LA GEOLOGIA DE MINERALES SOLIDOS EN CUBA Y EXPERIENCIAS DE SU DESARROLLO EN LA URSS

Cheremisina, Eugenia; Sánchez, F.; Escartín, E.

CUBA

La aplicación de los métodos matemáticos y las técnicas de computación en la resolución de diferentes problemas relacionados con el proceso de búsqueda y exploración de yacimientos de minerales sólidos en Cuba tiene gran importancia desde el punto de vista económico. Año tras año, para garantizar el necesario incremento de reservas se deben resolver tareas geológicas cada vez más complejas y adoptar nuevas concepciones de búsqueda de minerales útiles. Con cada cambio de las mismas, se pasa a un nivel cualitativamente diferente desde el punto de vista informacional, requiriéndose el análisis de sistema de un creciente número de factores geológicos. Paralelamente, el costo de la información geológica crece continuamente al tener que buscar yacimientos ubicados a mayor profundidad, de tipos más complejos, en condiciones físico-geográficas más difíciles y de menor tamaño

y características no tradicionales en algunos casos. Estas tareas sólo pueden resolverse exitosamente con el empleo de métodos matemáticos y técnicas de computación. En la actualidad trabajan en Cuba en la esfera de la aplicación de la computación a los trabajos de prospección geológica de minerales sólidos unos 20 especialistas (en modalidades de tiempo completo o compartido) de tres organizaciones: Unión de Empresas Geológicas del MINBAS, Departamento de Geofísica del ISPJAE y Departamento de Estudio de Materiales Básicos de la SEAN. En lo que se refiere a los medios técnicos, en las tres organizaciones mencionadas se dedican a la actividad, entre tiempo completo y parcial, unas 20 microcomputadoras y una máquina EC-1061, así como un pequeño número de periféricos para la operación con gráficos. Como aseguramiento de programas se cuenta con dos sistemas automatizados de elaboración de datos (aerogeofísicos y de cálculo de reservas), unos 10 complejos de programas (de geofísica, geoquímica, topografía, laboratorio y de elaboración compleja), así como numerosos programas autónomos orientados a la resolución de diferentes problemas particulares.

Estas condiciones creadas han acelerado la elaboración e interpretación de los datos topográficos, geofísicos, geoquímicos y el proceso de cálculo de reservas de yacimientos de níquel, además de resolverse algunas tareas de elaboración compleja de los datos. Las experiencias alcanzadas en este sentido, han permitido comenzar a elaborar recientemente un sistema automatizado integral para la resolución de diferentes tareas de prospección geológica. En la URSS el desarrollo de las técnicas de computación y los métodos matemáticos aplicados a la prospección de minerales sólidos se puede analizar en diferentes etapas: a) Década del 60: Se confeccionaron programas y complejos de programas para la elaboración de datos geofísicos y geoquímicos, fundamentalmente sobre la base de la estadística matemática y el reconocimiento de patrones. b) Década del 70: Se desarrolló considerablemente la introducción de la computación en la práctica geológica, con el empleo de máquinas grandes (EC-1020, 1022, 1033, 1035) y medianas (CM-3,4). Sin embargo, la obtención de resultados no sólo positivos, sino también negativos con la aplicación de los sistemas automatizados desarrollados, obligó a hacer un análisis sobre las causas que provocaban la baja efectividad de su utilización. c) Década del 80: Se desarrolla la base metodológica de la utilización de los métodos matemáticos y las técnicas de computación en la geología, se desarrollan las concepciones teóricas sobre la elaboración de los modelos geológicos y matemáticos de los objetos a estudiar, se confecciona un modelo conceptual sobre el proceso integral de prospección geológica y se desarrollan programas de servicio para operar bancos de datos, bibliotecas de subprogramas, etcétera. En este período se emplean máquinas grandes (EC-1036, 1061), medianas (CM-1420) y microcomputadoras (Electrónica-60, 100). En la actualidad se hace énfasis en la elaboración de metodologías de utilización de los sistemas automatizados para la resolución de problemas geológicos concretos y se trabaja en la creación de programas para la interacción de especialistas de la geología y matemáticos de aplicación con los sistemas automatizados sobre la base de diálogos en lenguaje natural, así como en la creación de bases de conocimiento a partir de ellas, la construcción de sistemas expertos para la resolución de problemas de pronóstico geológico, cálculo de reservas, etcétera. En las condiciones concretas de Cuba, es necesario alcanzar el nivel medio mundial en esta esfera en el menor tiempo posible, fundamentalmente sobre la base de los medios técnicos producidos por los países del campo socialista. En opinión de los autores, este objetivo podrá lograrse de forma óptima con el desarrollo de algunos sistemas automatizados en Cuba, conjuntamente con la introducción de sistemas elaborados y comprobados en otros países. La perspectiva de establecer vínculos de trabajo conjunto de forma directa con diferentes organizaciones del campo socialista resulta esencialmente para el desarrollo futuro de la computación aplicada a la geología, en la que los especialistas cubanos pueden dar también sus aportes.