

Szeizmikus kutatási adatok ESZ sorozatú számítógépeken alapuló automatizált feldolgozási rendszere*

V. A. IVANOV – J. A. KOZLOV – A. N. MARTINOV –
SZ. SZ. MIKULSZKIJ**

A KGST-tagországok geofizikai szervezetei lipcei értekezletén kidolgozott általános megállapításokból kiindulva és a földtani kutatás számára rendelkezésre bocsátott egységes rendszerű (ESZ) számítógépeket tekintve véve a szovjet szakemberek összeállították a szeizmikus információk feldolgozásához szükséges, az ESZ operációs rendszerrel ellátott számítógépekre orientált software kidolgozásának műszaki feladatát.

A dolgozat egy ilyen rendszer első változatát írja le, megállapítva, hogy a rendszer üzemeltetési tapasztalatai alapján a jövőben majd egy második változatot kell kifejleszteni és az első változatot specializált feldolgozó rendszerként kell kezelni.

Исходя из общих положений, выработанных на совещании геофизических организаций стран-членов СЗВ, и с учетом ЗВМ Единой системы (ЕС), поступивших в геологическую отрасль промышленности, советские специалисты составили техническое задание на разработку математического обеспечения системы обработки сейсморазведочных данных, ориентированной на ЗВМ, оснащенных операционной системой ЕС ЗВМ.

В работе описывается первая версия такой системы, причем устанавливается, что по мере накопления опыта по эксплуатации системы в будущем должна быть создана вторая версия системы, а первая версия должна трактоваться как специализированная обрабатывающая система.

Departing from the general statements agreed upon at the Leipzig meeting of geophysicists of the COMECON countries and taking into account the basic features of computers of uniform structure (Unified System – US) elaborated for the purposes of geological prospecting the Soviet experts have set up a list of technical problems arising in the course of elaborating a software, oriented to the computers working with the US operational system.

The paper describes a first variant of such a system stating that basing on the operational experiences gained in the future a more sophisticated second variant should be worked out, and the first one should be looked upon as a specialized processing system.

Azzal kapcsolatban, hogy a földtani kutatás megkapta az Egységes Rendszerű (ESZ) számítógépek fejlettebb típusainak első példányait, a Szovjetunió geofizikai szervezetei előtt az a feladat jelentkezett, hogy ESZ sorozatú számítógépre orientált programrendszert dolgozzanak ki szeizmikus információk feldolgozásához.

A KGST-tagországok geofizikai szervezetei lipcei értekezletén kidolgozott általános megállapításokból kiindulva a szovjet szakértők összeállították a szeizmikus információk feldolgozásához szükséges, ESZ operációs rendszerrel ellátott számítógépekre orientált software kidolgozásának műszaki feladatát.

A műszaki feladat a reflexiós közös mélységpontos eljárással kapott adatok feldolgozására alkalmas feldolgozó rendszer első változatának létrehozását

* Elhangzott a 20. Szimpoziumon 1975. szept. 15 – 19.

** Ivanov V. A., a VNIIGeofizika csoportvezetője,
Kozlov J. A., a VNIIGeofizika igazgatóhelyettese, a föld- és ásványtani tudományok kandidátusa,
Martinov A. M., a „Szojuzgeofizika” komplex geofizikai expedíciójának főgeofizikusa, a műszaki tudományok kandidátusa,
Mikulszkij Sz. Sz., a „Dnyeprogeofizika” tröszt főmérnöke.

irányozza elő. A rendszer üzemeltetési tapasztalatának összegyűjtése szerint a jövőben el kell készíteni a rendszer második változatát.

A műszaki feladat összeállítását megelőzte az *ESz* sorozatú számítógépek *OSz* operációs rendszerének tanulmányozása, valamint a szeizmikus feldolgozási folyamat részéről a feldolgozó rendszer iránt támasztott követelmények kidolgozása.

Ennek a tanulmányozásnak alapján a szeizmikus feldolgozórendszer első változatát specializált feldolgozó rendszerként kezeljük, mely főleg a terepi szeizmikus kutatási információ előzetes feldolgozására alkalmas, de azért lehetővé teszi a geofizikai kutatással kapcsolatos számos egyéb feladat megoldását is.

1. Rövid ismertetés a műszaki eszközökről

A teljes hardware komplexum, melyen a szeizmikus információ feldolgozására szolgáló számítóközpont alapul, három alapelemet foglal magában.

Beadó berendezés (preprocesszor)

A preprocesszor a központi számítógépnek a terepi anyag beadásával kapcsolatos munkáktól való mentesítésére szolgál. Fő funkciói a terepi anyag demultiplexálásából, vagy a terepen analóg formában regisztrált kiindulási anyag analóg-digitális átalakításából állnak.

Ilyenkor végzik el a felvételeken szükséges szerkesztési munkát.

A jövőben a beadó berendezésen kell elvégezni a csatornák és a szeizmogramok fejleceinek kialakítását. Preprocesszorként *M-6000*, *ESz-1010*, *ESz-1020*, *M-400* stb. számítógépek alkalmazhatók.

Központi számítógép

A központi számítógép végzi a szeizmikus információ feldolgozását specializált software segítségével geofizikus által összeállított folyamatábra szerint.

Központi számítógépként az egységes rendszer valamelyik gépe (közepes vagy fejlett típus) szerepel, mely el van látva az *ESz* számítógépek operációs rendszerével és olyan konfigurációval rendelkezik, melyet a szovjet küldöttség ismertetett és indokolt előadásában az előző lipcei értekezleten.

Itt ismételtelen rá kell mutatni arra, hogy specializált software első változatát egységes rendszerű számítógépen, [vagy programozásilag vele kompatibilis számítógépen] valósítják meg, melynek memória-kapacitása legalább 256 *Kbyte*, legalább 4 *diszk* alkalmazásával.

Visszajátszó berendezés

A visszajátszó berendezés a geofizikai feldolgozás közbenső vagy végleges eredményeinek megjelenítésére szolgál és off-line üzembn működik.

A hardware-komplexum fenti három komponensének összekapcsolására az egységes sorozat mágnesszalagos regisztrátorai szolgálnak.

2. A szeizmikus feldolgozó rendszer felépítésének elvei

Az univerzális software rendszerek, olyanok, mint az *ESz* számítógépek operációs rendszere, legcélszerűbbek a megoldás ideje, a szükséges berendezés,

a memória kapacitása, az információ áramlása és volumene szempontjából legváltozatosabb feladatok megoldásánál.

A szeizmikus információ feldolgozása a feszített transfer üzemmél, óriási információs tömbökkel és a számítási folyamat jellemző sajátágaival rendelkező feladatok szűk köréhez tartozik. Ilyen feladatkör megoldásánál az univerzális rendszerek nem elég hatékonyak, mivel alkotóik az átlagosan vett hatékonyságról, nem pedig az egyes üzemmódok önálló hatékonyságáról gondoskodtak.

Autonom specializált szeizmikus rendszer létrehozása nagyon költséges és hosszadalmas dolog. Az univerzális rendszer nem elegendő hatékonyságának az autonom rendszer hatalmas munkaigényességével való társítása szolgáltatott okon egy kompromisszumos megoldás kiválasztására a szeizmikus feldolgozási software létrehozásánál.

A kitűzött feladat legegyszerűbb megoldása az, hogy specializált szeizmikus feldolgozó rendszert hoznak létre az *ESz* számítógépek operációs rendszere alapján, melyet a szeizmikus információ feldolgozási feladataihoz igazítanak. Az *ESz* számítógépek operációs rendszere olyan gyűjteményt képez, melyből a szükséges rendszert a generálás során kiválasztják. A fentiekből kiindulva a szovjet szakértők a specializált szeizmikus rendszer létrehozásának következő útját ajánlották:

1. A rendszer alapjaként az *ESz* számítógépek operációs rendszerét kell elfogadni.

2. A rendszer generálásánál kizárják belőle azokat a programokat, melyek használata lecsökkentheti a feldolgozási folyamat hatékonyságát.

3. Az operációs rendszer fennmaradó részéből kiküszöbölik mindazokat a programokat, melyek mellőzhetőek, ami lehetőséget ad a file-ok ésszerűbb megszervezésére a transfer folyamat és a feldolgozási folyamat összevonásával. Ezenkívül lehetővé teszi ez a megoldás a leghasználatosabb feldolgozó programok felvételét az operációs rendszerbe.

4. Csökken a programkeresés ideje a könyvtárban megfelelő vezérlő programok átdolgozása révén.

5. Azokat a funkciókat, melyeket nem lehet, vagy nem célszerű megvalósítani az *ESz* számítógép operációs rendszerének átdolgozása útján, speciálisan kidolgozott szervező programmal kell kivitelezni, melyet felhasználói szinten valószínűsítanak meg, de mely a felhasználó számára az operációs rendszer részeként jelentkezik.

6. A szeizmikus kutatási feladatok specifikumával nem rendelkező feladatok megoldásánál, valamint új programok kidolgozásánál és kipróbálásánál a szeizmikus feldolgozó rendszer szokásos operációs rendszerként használható fel.

3. A szeizmikus software szerkezete

A szeizmikus információ specializált feldolgozó rendszere felépítmény az *ESz* operációs rendszeren és a programok nagy választékát foglalja magában, melyek közvetlenül végzik az információ feldolgozását és megoldják a feldolgozás segédfeladatait.

A specializált rendszer programjait feltételesen két nagy osztályra osztjuk fel: a szeizmikus operációs monitorra és a szeizmikus feldolgozás programjaira.

Az első osztály programjai valósítják meg az egész információ szervezését és a számítási folyamat menetének irányítását. A második osztály programjai realizálják a konkrét geofizikai feldolgozási folyamat algoritmusát.

3.1. *A szeizmikus operációs monitor*

Ebben a program-osztályban külön áll a szervezőprogram, mely néhány rendszerfunkciót valósít meg, köztük az egyes feldolgozási programok futtatásának megszervezését, a ciklusok szervezését stb. Tekintetbe kell venni, hogy felhasználói szinten a rendszer-funkciók realizálásánál csak a rendszerprogramok munkájának egy része végezhető el, mely a vezérlő információ feldolgozásához tartozik. A be- és kiadó berendezésekkel végzendő közvetlen munka és a megszakítási jelekre történő reagálás az operációs rendszer előjoga.

A szervező programon kívül ebbe az osztályba tartoznak az előkészítő és kiszolgáló programok. Az előkészítő programok alakítják ki a memóriában a blokkot az általános szeizmikus információ számára, és ennek során különféle információs táblázatokat képeznek. Ezekhez tartoznak a szelvény, a szeizmogramok, statikus korrekciók, sebességfüggvények, muting (elnémítás), összegezés, szűrőoperátorok, a földtani szerkezet valószínűségi karakterisztikáinak táblázatai.

7. A kiszolgáló programok között elkülöníthetők az információkeresési, beadó/kiadó és szerviz-programok.

Az információkeresési programok átviszik az információt az előkészítő programok által elkészített táblázatokból a munkaprogramok meghívására azok terére.

A be- és kiadó programok valósítják meg a szeizmikus adatok továbbítását a külső memóriák és az operatív memória csatornáin. Külső memória alatt mágnesszalagos tárolók és diszkek értendők.

Szervizprogramok alatt a gépidőelszámolási programokat és a megrendelővel való elszámolási jegyzőkönyvek nyomtatásának programjait stb. értjük.

3.2. *A szeizmikus feldolgozási programok*

A szeizmikus információ feldolgozási programjai a monitor kiszolgálására szolgálnak a feldolgozási folyamat szervezési részével kapcsolatban, a memória felosztására és a parametrikus információ előkészítésére. Döntéseket hoznak olyan jellegű helyzetekben, mint átmenet standard paraméterekre, a munka leállítása abban az esetben, ha a bemenő paraméterek nem felelnek meg a program lehetőségeinek, vagy ha üzemzavar lép fel, tájékoztatást adnak az operációs rendszernek a feldolgozás menetéről, vagyis biztosítják számára az adatokat a kezelővel folytatandó dialógushoz.

A feldolgozó programok kidolgozásánál hasznos három szabványosítási szintet elkülöníteni:

- a külső berendezésekkel kialakított szabványos kapcsolat szintje szabványos szubrutin rendszeren keresztül;
- matematikai feladatok szabványos megoldásának szintje a rendszer szabványos szubrutinjain keresztül;
- a csatorna szabványos feldolgozásának szintje: egy csatorna valamennyi geofizikai feldolgozási feladatát a rendszer szabványos szubrutinjával kell megoldani.

A fentiekből következik, hogy maga a feldolgozó program teljesít szervező funkciókat, és lényegében szabványos programok készletéből tevődik össze.

A programok megírásánál ésszerű a programnak olyan szerkezete, mikor a számítási műveletek végzése az operatív memória – mágneses diszkek vonalon történik, ezért a programok kidolgozásánál az alap-processzort számítási munkákkal olyankor kell leterhelni, mikor az operatív memória – mágneses diszkek csatornákon információ transzfer megy végbe.

Azoknak a szabványosítási szinteknek megvalósításánál, melyekről fentebb beszéltünk, a specializált rendszer állományában szabványos szubrutinok bő könyvtárával kell rendelkezni. Ez a könyvtár az általános software szükséges szabványos szubrutinjaiból áll és a geofizikai szabványos szubrutinokkal egészül ki.

A feldolgozó programok könyvtárát korlátlanak tekintjük. A könyvtár minimális összetételének a következő geofizikai eljárásokat megvalósító programokat kell magában foglalnia:

1. Szerkesztés

Csatornaszakaszok vagy teljes csatornák nullázása, polaritás-váltás, súlyozás, sávok kiselejtezése, normalizálás, erősítés-szabályozás, beleértve az abszorpció és divergencia kompenzálását.

2. Egycsatornás szűrés

A sáv- és rejector-szűrőkön kívül, a szűrők minimális készletébe tartoznak az inverz és korrekciós, dereverberációs és optimális egyeztetett szűrők. Maga a szűrés a következő változatokban valósul meg: konvolúciós, rekurzív, *FFI*. Minden szűrési módban rendelkezni kell állandó és időben változó üzemmóddal.

3. Sebességanalízis

A sebességanalízis-programok alapja a szeizmogramok szabályozható összegezése, ergoanalízis stb.

Kiindulási anyag – közös mélységpontos (CDP), *CRP*, *CSP* és *CO**** szeizmogramok.

A vétel funkciója az egyszerű összegezés, energogramok, beleértve a stackinget is több közös mélységpont alapján.

A szabályozható összegezés eredményeinek analízise vizuálisan vagy automatikusan történik.

Az analízis eredményeit összecsomagok, energogramok, sebességspektrumok, sebességáttételek és sebesség grafikonok (automatikus kiértékelés esetén) formájában ábrázolják. A sebességanalízis programjainak csoportjába sorolják a rendszeres zajok, nevezetesen a többszörösök paramétereinek előrejelzésére szolgáló programokat.

*** CRP: common receiver point: közös vételi pont

CSP : common shot point: közös robbantópont

CO : common offset

4. Statikus korrekciók javítása:

A változatok minimális készletébe az alábbiak tartoznak:

- egyes vezérszintek korrelációs követése és
- csatornánkénti relatív elmozdulások becslése keresztkorrelációs függvények kiszámítása útján.

5. Többcsatornás szűrés

Ezen programok minimális készlete az alábbiakat tartalmazza:

- legyezőszűrés,
- optimális többcsatornás szűrés,
- szabályos zavaró hullámok kivonása.

6. Statikus korrekció és NMO végrehajtása a csatornák egyidejű összegezésével időszelvény előállítására céljából.

Ez a program a rutinfeldolgozás alapprogramja és elvégzi az összegezést különböző feltételek szerint.

7. A közegábrázolás megszerkesztésének programja a következő minimális készletből áll:

- időszelvények átalakítása mélységszelvényekké,
- kiindulási szeizmogramok átalakítása.

8. Litológiai szeizmika programjai:

Ezen programcsoport minimális készlete az alábbiakat foglalja magában:

- a szelvény tagolása és rétegcsoportok vízszintes változékonyságának tanulmányozása sebesség és csillapodás tekintetében,
- a teleptípus anomáliáinak elkülönítése abszorpció, energia- és sebességcsillapodás tekintetében.

9. Segédprogramok

Ennek a csoportnak programjai az új programok szerkesztésével kapcsolatos munkák megkönnyítésére szolgálnak, vagy az alapvető információ további specifikus analízisére.

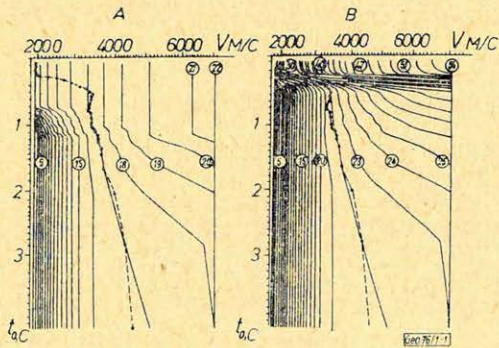
A segédprogramokhoz tartoznak:

- az idő és spektrum-tartományban végrehajtandó statisztikus analízis programjai,
- teszt-felvételek modellezésének programjai,
- a hullámkép tanulmányozására, sávszűrők kiválasztására stb. szolgáló programok.

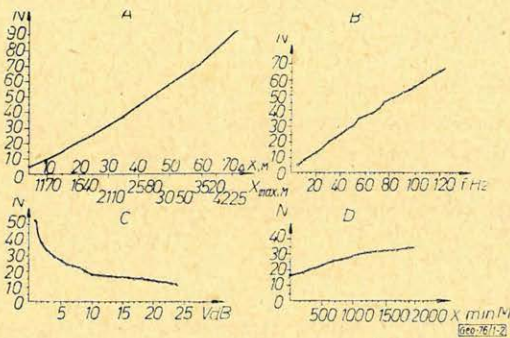
4. A feldolgozó programok példái

Szeizmikus adatok ESz típusú számítógépen való feldolgozásának automatikus rendszeréhez Fortran nyelven dolgoznak ki VEJER és DEREVER programokat. Az első programot a közös mélységpontos módszerrel mért szeizmikus hullámok sebességanalízisének optimalizálása céljából hozták létre. Az optimalizálás lényege az, hogy minimálisra csökkentse a sebességanalízis elvégzéséhez szükséges gépidő-ráfordítást a kapott eredmények garantált pontossága mellett. Ezt azzal érik el, hogy minimális számú kísérleti sebességgörbét

számítanak ki egy apriori görbe adott körzetében a terepi észlelési rendszer összes paramétereinek, a szeizmikus felvételek domináló frekvenciájának és a sebességanalízis adott pontosságának figyelembevételével. Az analízis pontosságát a közös mélységpontos rendszer kimenetén a domináló frekvencia-összetevő kívánt amplitúdógradiensnek megadásával biztosítják az egyik görbe kísérleti sebességéről a szomszédos görbe megfelelő sebességére való átmenetnél egy és ugyanazon t_0 idő mellett. Ez azt jelenti, hogy a közös mélységpontos adatok analízisének eredményeként kapott sebességkarakteristikák olyanok, hogy felhasználásuk esetén a kimenő jel domináló frekvencia-összetevőjének amplitúdója (vagy bizonyos megközelítéssel magának a közös mélységpontos kimenő jelnek amplitúdója) a maximálisan lehetségestől (V_{CDP} valós értéke esetén) legfeljebb az adott gradiens felével tér el. A programban betervezték a muting paraméterek figyelembevételét (a csatornák kezdő szakaszai nullázásának konstansa és sebessége). A program kipróbálásának előzetes eredményei az 1., 2., ábrán láthatók. Az ábrákból látható, hogy a muting figyelembevétele és alkalmazása a garantált pontosság mellett lehetőséget ad a szükséges sebességgörbék számának (N) felénél kisebbre való csökkentésére,



1. ábra - puc. - Fig.



2. ábra - puc. - Fig.

a maximális és minimális robbantópont-geofon távolság, a felvételek domináló frekvenciájának és a megadott amplitúdógradiensnek figyelembevétele pedig a görbeszám, s így következésképpen a gépidőráfordítás többszörös csökkentésére ad lehetőséget.