

Álló Géza: Az Egységes Számítógéprendszer (ESZR) vázlatos áttekintése – magyar szemmel

A '60-as évtized második felében, hazánkban is ugrásszerűen megnőtt az érdeklődés a számítástechnika alkalmazására, mind a központi irányító szervek, mind a fejlettebb ipari vállalatok részéről. A megnövekedett igények kielégítésére azonban nem bizonyultak elégségesnek a lyukkártyás adatfeldolgozás lehetőségeinek kiterjesztésére irányuló, elszigetelten folyó automatizálási fejlesztések.

A fordulatot az úgynevezett Koszigin-levél¹ idézte elő; hatására a szocialista országok elhatározták, hogy összehangoltan kifejlesztenek egy *számítógépcsáladot*, amely különböző teljesítőképességű, kompatibilis számítógépekből áll; ezt magyarul *Egységes Számítógéprendszernek* (ESZR) nevezték el.² Az ESZR megalkotásának alapvető célja volt behozni a hardver eszközök fejlesztésében és gyártásában mutatkozó lényeges lemaradást, mégpedig az akkor legkorszerűbbnek tartott IBM 360 gépcsálad egyes tagjaiéval azonos (esetleg jobb) teljesítőképességű számítógépek kifejlesztésével. Másodlagos célként közös szerkezetű adatbázisok és néhány jelentősebb alkalmazási rendszer közös kifejlesztése is ki volt tűzve.

A fejlesztési munkák összehangolására és irányítására megalakították a *Számítástechnikai Kormányközi Bizottságot* (SZKB), ennek keretében a *Főkonstruktóri Tanácsot* (FT)³ és az *Automatizált irányítási Rendszerek* (AIR) munkacsoportot,⁴ operatív szervként pedig a *Koordinációs Központot* (KK).⁵

Az ESZR-re alapozva a magyar kormány is elhatározta *Számítástechnikai Központi Fejlesztési Program* (SZKFP) kidolgozását, megalapozandó a majdani államigazgatási alkalmazásokat.⁶ A program végrehajtásának vezénylésére létrehozták a *Számítástechnikai Tárcaközi Bizottságot* (SZTB), amelyben a műszaki fejlesztésekért az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB), a gyártásért a Kohó- és Gépipari Minisztérium (KGM), az alkalmazások fejlesztéséért a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) volt felelős.⁷ Emellett az OMFB 1969-ben megalapította a *Számítástechnikai Koordinációs Intézetet* (SZKI), amely fő feladatául kapta, hogy összehangolja és felügyelje az ESZR hazai fejlesztési munkáit.⁸

Az eredeti elképzelések szerint a R-gépcsálad⁹ hét, az IBM 360 gépcsálad architektúrájával legalább utasítás szinten kompatibilis, azt egyre jobban megközelítő architektúrájú¹⁰ és felfelé fokozatosan bővülő teljesítményű, R10 - R70 jelölésű, első generációs¹¹ számítógépekből fog állni, hogy az IBM gépek szoftverbázisát a lehető legnagyobb mértékben fel lehessen használni; emellett valamint ki kell alakítani egységes háttértár- és külső (periférius) eszközkészletet. R-gépnek (elvben) csak azokat a számítógépeket lehetett nevezni, amelyek sikeresen átmenetek a hitelesített bevizsgáláson – ESZR terminológiával *approbáción*.

Az architektúráról, az alkatrészbazisról, az interfészekről és a működési elvekről, valamint az operációs rendszerekről és az elkészítendő műszaki dokumentációkról folytatott éles viták nyomán, végül kompromisszumos együttműködési szerződés jött létre, miszerint a magyar és a csehszlovák fél nem köteles igazodni az S/360 architektúrához. Az aláíró tagállamok¹² vállalták, hogy a fejlesztési költségek forrását saját nemzeti terveik keretében teremtik meg.¹³ A fejlesztési munkákat az 1971-1975 időszakra tervezték,¹⁴ de nem sikerült követni a nyugati világ rohamos technológiai fejlődését, ezért egyes tagországok úgy döntöttek, hogy létrehoznak második generációs változatokat is, Rx2 jelöléssel.¹⁵ Mivel a korszerűsítést rendszerint ugyanazok végezték, akik az alapváltozatot kidolgozták, markánsan új megoldások nem születtek.

A világszintű műszaki fejlődés azonban nem állt meg, hanem az egyre fejlettebb alkatrészbazisokon (LSI, VLSI) egyre megbízhatóbb, nagyobb sebességű és teljesítményű, egyre több és rugalmasabb szolgáltatást nyújtó operációs rendszerekkel működő számítógépeket dobtak piacra. Ezért a központi irányítószervek – a fejlesztők (és a gyártók) egyetértésével – előírták a fejlődés folyamatos követését, így végül is négy modell-sorozat jött létre:¹⁶

- ESZR I (1971-1975): első és második generációs modellek és korszerűsített változataik,

valamint külső eszközök széles választéka, a szerződés szerinti feltétekkel.

- ESZR II (1976-1979): harmadik generációs¹⁷ modellek; fontosabb követelmények: legalább utasítás szintű kompatibilitás az IBM 370 gépcsaláddal, jelentősen nagyobb főtárkapacitás és számítási pontosság, virtuális címzés lehetősége, jobb teljesítmény/költség arány; továbbá bővebb külső eszközkészlet és háttértár-kapacitás.
- ESZR III (1980-1989): fontosabb követelmények: teljes kompatibilitás az időközben továbbfejlesztett IBM 370 gépcsaláddal, a mágneses háttértárak sebességének és megbízhatóságának jelentős növelése, az alkalmazási programok széleskörű elterjesztése; ezzel egyidejűleg a (szovjet) belső piacon elérendő a hazai ESZR gépek kizárólagos használata.
- ESZR IV (1990-1997): fontosabb hardver és szoftver követelmények: a virtuális címtartomány növelése, a B/K várakozási sorok korszerűbb kezelése, intelligens funkciók hardver-szoftver támogatása, tudásbázisok kialakítása szöveg- és beszédelemzéshez, a hibamentes üzemidő nagyságrendi növelése, a teljesítmény/ár arány lényeges javítása.

A munkák eredményeként kifejlesztett R-gépek kódszámát az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Sorozatok Fejlesztők	ESZR I	ESZR II	ESZR III	ESZR IV
Magyarország ¹⁸	10* 12*	15	16***	-
Bulgária	20 ⁺ 22 ⁺	25	-	-
Csehszlovákia	20A (21)*	-	26	-
Lengyelország	32 (34)**	-	-	-
NDK	40	55	56	-
Szovjetunió	20 ⁺	35	36	1130
	22 ⁺	45	46	1181
	30	60	66	
	33 ¹⁹	61	68	
	50 52	65		

*Nem IBM/360-kompatibilis architektúrával

**Kódszáma [1] szerint

⁺ Bulgária-Szovjetunió együttműködésben

***Csak prototípus készült

A fejlesztési munkák összehangolása érdekében 12 úgynevezett *Szakértői munkacsoport* is kialakítanak a tagállamok szakembereiből, hogy fórumot teremtsenek a tervek egyeztetésére és szabványosítsák az interfészeket, elősegítendő kompatibilis rendszerek és eszközök létrehozását.²⁰

A hazai fejlesztések rövid története

Az R1x gépek fejlesztésének történetében – mint cseppben a tenger – tükröződnek az akkori hazai gazdasági-politikai viszonyok. A tömören „nagy széthúzás”-ként jellemezhető érdekharckok eredményeként, egyidejűleg – de egymással nem egyeztetve – három cég is elkezdett R10 számítógépet kifejleszteni:²¹

- A KFKI Mérés- és Számítástechnikai Kutatóintézetében (MSZKI)²² felmerült a terv, hogy a DEC (Digital Equipments Co.) PDP 8 számítógépének lemásolására már korábban beindított projekt keretében készülő gépet jelentsék be R10-nek; később azonban elálltak ettől az elképzeléstől, és az áttervezett változat a TPA 1001 nevet kapta. A történet szende bája, hogy az Intézet nem volt jogosult számítógép gyártására, ezért a fejlesztési munkákat – és -költségeket – az eredetileg a kísérleti atomreaktor működési paramétereinek mérésére szolgáló sokcsatornás jelfeldolgozó berendezés (Tárolt Programú Analizátor, TPA) továbbfejlesztett változataként számolták el. Az „utánérzés” azonban olyan jól sikerült – a gépen változtatás nélkül lehetett futtatni a DEC eredeti

alkalmazási programjait, ami szinte behozhatatlan előnyt jelentett –, hogy a fejlesztőket utólag Állami Díjban részesítették.

- Az SZKI kiváló OMFB-s kapcsolatai révén megszerezte a francia CII²³ 10010 számítógép gyártási jogát, valamint a megvásárolt licencet és a négy példány egyikét.²⁴ Ezt a szakemberek precíz alapossággal „megtanulták”, majd – OMFB támogatással – megépítették az SZKI R10-et, be is mutatták a ’70-es BNV-n. (Elismerésre méltó, hogy a mechanikai konstrukció saját fejlesztésben készült; igaz, az elektromechanikus eszközök életre keltése nem kis nehézségeket okozott a fejlesztőknek.)

Jóllehet az SZKI az R10 kifejlesztésére együttműködési szerződést kötött az EMG-vel, a közös munkában nem tudtak megegyezni – az EMG saját fejlesztésű számítógépével (EMG 830) akart belépi a projektbe –, a két vitatkozó fél közül végül is a harmadikként befutó VIDEOTON nyerte meg a hazai gyártási jogot.

Az SZKI nem adta fel, rögtön megkezdte kifejleszteni a második generációs változatot, amihez a szükséges, de nálunk nem kapható alkatrészek – főleg IC-k – beszerzésére „egyedi” útvonalat alakított ki. Végül is az R12-t sikerrel approbálták, de magas ára miatt nem volt piacképes (a prototípuson kívül még két példány készült el).²⁵

- A legnagyobb sikert a fejlesztéssel – az SzKFP keretében – hivatalosan megbízott VIDEOTON könyvelhette el; az „igazi” R10 azonban nem az erre acélra beszerzett CII 10010 licenc,²⁶ hanem a SEMS²⁷ cégtől időközben megvásárolt Mitra 15 licenc alapján készült, a cégre jellemző profizmussal; és sikerrel approbálták is.

De nem pihentek meg babéraikon: a később beszerzett Mitra 225 licenc alapján kifejlesztették a jóval korszerűbb R11 számítógépet, amely – bár nem approbálták – „korszerűsített R10”-ként másfél évtizeden át közkedvelt volt nemcsak nálunk, más KGST országokban is, különösen a Szovjetunióban. Vagyis „a valódi R10” tulajdonképpen az R11.

Mivel csak a hardver licencet vették meg, a géphez csak a működéséhez feltétlenül szükséges programokat kapták meg. Az alkalmazási programokat a VIDEOTON általában a mindenkor megrendelő igényeihez igazodva dolgozta ki, hazai szoftverházakkal (Infelor, KFKI, SZKI, SZTAKI) együttműködve.²⁸

Elterjedését nagymértékben köszönhette saját fejlesztésű és a nagy sorozatban gyártott VT 340 katódsugárcsöves monitornak, amely a ’90-es évekig jószerivel egyeduralgó kimeneti eszköz volt a magyar és a szovjet piacon, de több R-géptípushoz is illesztették.

A későbbiekben elkészült két speciális R11 változat is: a mobil R11R gépkocsira szerelve jól használható volt katonai célokra, az R11M pedig extrém (nagy pártartalmú, rázkódásnak kitett stb.) körülmények között – például hajókon – is megbízhatóan működött.

A történet szomorú epizódja az EMG 830 sorsa. A minden porcikájában magyar kisszámítógépet a ’70-es évtized elején az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárában (EMG) Klatsmányi Árpád vezetésével fejlesztették ki, és ámbár minden műszaki paramétere tekintetében felvette a versenyt az említett R1x gépekkel, az ellenérdekelt nagy lobbijerejű riválisok megakadályozták gyártásba vitelét.²⁹

Értékelés

A fenti táblázat elemzéséből látható, hogy „a KGST tagországok egységes számítógéprendszere (ESZR)” nem jött létre; az eredeti elképzeléseknek megfelelő „R-gépcs család”-ot tulajdonképpen csak a Bulgáriában és a Szovjetunióban kifejlesztett számítógépek alkották. Beszélhetünk viszont a mindegyik tagországban gyártott mágneses háttértárak és külső eszközök (többé-kevésbé) egységes rendszeréről. Bár a fejlesztők szakadatlan versengésben voltak a kapitalista termékekkel, a lemaradást nem sikerült behozniuk, különösen nem az adott időszak második felében szárnyaló VLSI-technológia terén. Az R-gépek zöme az első és a második sorozathoz tartozott, és rendszerint

önállóan működött, összekapcsolásukra csak ritkán, került sor. (Ritka magyar példa, a MÁV záhonyi átrakó körzetben, a 80-s évek közepéig működő kétgépes R34 rendszer.)

A hétköznapi gyakorlat azonban nem volt „finnyás”, és a tagállamok kölcsönösen használták egymás számítógépeit, még ha elavulóban levő technológiával és alkatrészbázison készültek is; igaz, a Szovjetunióban csak erős korlátozásokkal.³⁰ A gépi adatfeldolgozás bázisát ezek a gépek alkották, és ezt szolgálták az alkalmazott programozási nyelvek is (Algol, Cobol, Fortran, valamint a géptípusonként különböző assembler nyelvek). Az uralkodó üzemmód a köteget feldolgozás volt, ahol is a rendszerek „intelligenciáját” ügyvitel-szervezési és rendszerszervezési eljárásokkal lehetett növelni. A jószerével bármely R-géphez kapcsolható háttértárak és külső eszközök kínálata viszont széles körű és (lényegében) egységes volt, az utóbbiak közül sok termék megállta a versenyt nyugati piacokon is.

A közös hardver-platform hiánya miatt viszont nem alakultak ki egységes operációs-, még kevésbé alkalmazási rendszerek: ki-ki saját gépeire fejlesztette ki a szükséges programokat, amelyeket saját érdekei szerint, lehetőleg „kemény” valutáért kívánt értékesíteni.

A „széttartásnak” két alapvető oka volt:

- Nem volt egységes alkatrészbázis: a különböző nyugati forrásokból beszerzett IC-k nem voltak kompatibilisak egymással, a tagországokban gyártottak technológiai színvonala, sebessége és megbízhatósága pedig nem tette lehetővé a tervezett felzárkózást.
- Nem volt közös „kemény”, azaz konvertibilis valuta. Elvben létezett ugyan az úgynevezett „konvertibilis rubel”, de csak a KGST-n belül, valójában ezt a kapitalista piacokon nem ismerték el konvertibilisnek. Így a „dollár-rubel” konverzióknak becézett felemás helyzet alakult ki: a fejlesztő országok a maguk erejéből megtermelt „kemény” valutáért voltak kénytelenek beszerezni a licenceket és a gyártáshoz szükséges alkatrészeket, a kész gépeket viszont a közös piacon csak „puha” konvertibilis rubelért lehetett értékesíteni.

Mindezek ellenére a '70-es évtized közepétől az R-gépeknek számottevő piaci részesedésük volt a KGST országokban: a közepes méretű és igényű, „kemény” valutával nem rendelkező vállalatok ezeket használták,³¹ noha árban nem voltak versenyképesek nyugati „kollégáikkal”, viszont „puha” valutáért (esetleg barter kereskedelembe) voltak beszerezhetők; így fontos szerepet játszottak a számítástechnikai kultúra elterjedésében és fejlődésében.

A személyi számítógépek (PC) megjelenésével azonban illuzórikussá vált a központilag vezérelt egységes termelés. A váltást követendő – mintegy az ESZR második fázisaként – néhány KGST országban beindult a személyi-számítógép fejlesztés,³² egységes rendszer kialakítása azonban szóba sem jöhetett.³³ Ám mire ezek kereskedelmi forgalomba kerültek, annyira fellazultak az embargó-korlátok, hogy a piaci versenyben alulmaradtak. Az 1980-as évtized vége felé az ESZR elvesztette jelentőségét.

Források

- [1] V. V. Prszijalkovszkij: Historischer Überblick der Rechnerfamilie des ESER (~Az ESZR számítógépcsald 1történetének vázlatos áttekintése)
http://www.eser-ddr.de/histueberblickeser_VVPr_de_001.htm
- [2] https://ru.wikipedia.org/wiki/EC_IBM

Jegyzetek

¹ A levelet Alekszej Nyikolajevics Koszigin, a Szovjetunió Állami Tervbizottságának (Goszplan) akkori elnöke küldte 1968-ban – nyilvánvalóan az SZK(b)P KB jóváhagyásával – hét KGST tagállam (Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, NDK, Magyarország, Románia, Szovjetunió) kormányának. Koszigin a hatvanas években „óvatos” gazdasági reformpolitikát szándékozott megvalósítani, egyrészt mert sem akkor, sem később a minisztertanács elnökeként nem ő birtokolta a tényleges hatalmat, hanem az SZK(b)P KB, másrészt senki sem akart kapitalista gazdaságpolitikát meghonosítani. A szóban forgó levélben a számítástechnika jelentőségének felismerésére utaló javaslatain kívül Koszigin nevéhez fűződnek olyan kísérletek, mint a

- fogyasztási cikkek gyártásának elindítása és korszerűsítése, a mennyiségi gazdálkodási mutatók helyett pénzügyi mutatók bevezetése stb. Ezek a „reformok” részben elindultak, részben megrekedtek a későbbi brezsnyevi pangás idején.
- ² A levélre a kormány nevében Fock Jenő akkori miniszterelnök válaszolt, nyilván a Politikai Bizottság (PB) hozzájárulásával. Ebben kifejezte, hogy a magyar kormány elhatározott szándéka részt venni a közös fejlesztésében, és egyetért a javasolt intézmények létrehozásával. A fejlesztéseket különösen Lázár György későbbi miniszterelnök viselte szívéen.
- ³ A FT a részt vevő országok főkonstruktoriból állt; ebben Magyarországot dr. Náray Zsolt képviselte.
- ⁴ A munkacsoport főleg elméleti – ipari, belkereskedelmi, anyagi és műszaki ellátási, szakemberképzési, valósídejű alkalmazási, illetve módszertani – kérdésekkel foglalkozott, 6 úgynevezett *Szakértői Értekezlet* keretében.
- ⁵ A moszkvai székhelyű Koordinációs Központot a tagállamok közösen tartották fenn, munkatársait a tagállamok delegálták.
- ⁶ A magyar elképzeléseket az OMFB irányításával készült távlati számítástechnika-fejlesztési koncepcióban fogalmazták meg.
- ⁷ Hivatalból az SZTB tagja volt Kiss Árpád OMFB elnök, illetve megbízásából a kiváló és lelkes szakember Sebestyén János műszaki elnökhelyettes, továbbá Litvai István KGM miniszter és Pesti Lajos KSH elnökhelyettes.
- ⁸ Az SZKI igazgatójává dr. Náray Zsoltot nevezték ki.
- ⁹ Az „R” jelölés az orosz „rjad” (ряд = sor, sorozat) szóra utal.
- ¹⁰ Architektúrán a számítógép *logikai* felépítésének működési leírása (specifikációja) értendő, amihez mind a fejlesztőknek, mind a felhasználóknak igazodniuk kell. Az architektúra *fizikai* megvalósítása (implementálás) azonban függ a rendelkezésre álló technológiától és alkatrészválasztástól, valamint a műszaki fejlettségtől.
- ¹¹ Első generációsak az egyedi felvezetőkből, második generációsak az ilyenek mellett kis- (SSI), legfeljebb közepes (MSI) integráltságú alkatrészekből épült számítógépeket nevezzük; a nagy- (LSI) és igen nagy integráltságú (VLSI) integrált áramköröket (IC) tartalmazó számítógépeket szokás harmadik generációsak is nevezni, bár a generációk szerinti kategorizálás fokozatosan elvesztette műszaki értelmét; ma már nem használjuk.
- ¹² A szerződést Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország, az NDK és a Szovjetunió képviselői írták alá, 1968.12.23-án.
- ¹³ Ez a döntés megpecsételte a projekt sorsát. Mivel a „béketáborban” (KGST országok) nem létezett egységes konvertibilis fizetőeszköz, a fejlesztésekhez szükséges szellemi és anyagi eszközöket (terveket, alkatrészeket, programokat) pedig nagyrészt csak konvertibilis valutáért lehetett beszerezni, a tagországok nem „dobták be” a közös kalapba saját nemzeti tervük keretében elért eredményeiket. Így a tagországokban kifejlesztett számítógépek nem gazán alkottak „gépcsáládót”, és egyetlen alkalmazási rendszer sem készült, amely mindegyik gépén változtatás nélkül futtatható lett volna.
- ¹⁴ A Számítástechnikai Kormányközi Bizottság felmérése szerint a szocialista országok 1971-75 között 8251 (!) teljes R-konfigurációt terveztek beállítani.
- ¹⁵ $x \in \{1, 2, \dots\}$
- ¹⁶ Lásd [1], Beginn der mehrseitigen Arbeiten skk. oldalak.
- ¹⁷ Lásd a 11. jegyzetet.
- ¹⁸ Az R10 gépen kívül vállaltuk még
- külső (periférikus) eszközök (lyukszalag-olvasó és -lyukasztó, lyukszalagos adat-előkészítő állomás, katódsugárcsöves megjelenítő, merevlemez tároló), valamint
 - adatátviteli eszközök (modemek és vezérlők)
- kifejlesztését, gyártását és szállítását (megrendelésre). A munkákra a VIDEOTON kapott hivatalos megbízást. A gyárban később más periférius eszközöket (sornyomtató, mágnesszalag-meghajtó) is kifejlesztettek, világ színvonalú katódsugárcsöves kijelzőjük (VT 430) béketábor-szerzte kimagasló sikereket ért el.
- ¹⁹ A Kazanyban (Tatár autonóm terület) kifejlesztett R33 több megoldása annyira újszerű volt, hogy USA szabadalmi védeltséget kapott; ezt a gépet hazánk nem importálta.
- ²⁰ A munkacsoportok tevékenységét az FT elnöke, a (szovjet) Generálkonstruktor irányította. A megbeszélésekre évente 2-3 alkalommal került sor, legtöbbször Moszkvában. Eredetileg – Albánia kivételével – az európai KGST tagállamok delegáltak szakértőket mindegyik munkacsoportba, a későbbiekben azonban Románia egyesekből kilépett.
- A témakörök szerinti megoszlás a következő volt:
- C1 Szoftver fejlesztés
 - C2 Báziskonstrukciók és alkatrészek
 - C3 Operatív tárolók
 - C4 Technológiák és technológiai eszközök
 - C5 Periférius eszközök
 - C6 Háttértárolók
 - C7 Adatátviteli eszközök
 - C8 Szabványosítás
 - C9 Tervezésautomatizálás (CAD)
 - C10 Alkalmazások
 - C11 Adatbázisok
 - C12 Szabadalmi kérdések.
- A célkitűzések meglehetősen illuzórikusnak bizonyultak, mivel – közös fejlesztési források hiányában – a tagországok rendszerint nem vették figyelembe a munkacsoportok ajánlásait.
- ²¹ Itt említjük meg, hogy az MTA SZTAKI nem kapcsolódott be a nagy vetélkedőbe, azon elv alapján, hogy a másolás nem kutatóintézeti feladat.
- ²² Akkori igazgatója Sándory Mihály volt.
- ²³ Compagnie Internationale pour l'Informatique, francia számítástechnikai vállalat.
- ²⁴ Egy-egy példányt kapott még az EMG, a KFKI és a SZTAKI.
- ²⁵ Megjegyezzük, hogy az SZKI a későbbiekben harmadik generációs „számítógép-dinasztia” létrehozását is tervezte; első tagjának LSI-alapú prototípusa el is készült R15 néven, a megálmodott R16-ot viszont már terv korában elavulttá tette a mikroprocesszorok megszületése.
- ²⁶ A VIDEOTON ugyan – a CII 10010 licenc alapján – legyártott ~20 darab számítógépet, ezeket azonban nem R10-ként, hanem VT 1010B néven forgalmazta.

²⁷ Société Européenne de Mini-Informatique et de Systèmes, francia számítástechnikai vállalat.

²⁸ A VIDEOTON még itt sem állt meg, és R12 néven – korszerűbb alkatrészbázison – továbbfejlesztette az R11-et, a konkurens SZKI R12 számítógépét azonban hamarabb approbálták, így a VT R12 csak kis sorozatban (~ 60 darab) készült.

Noha a VIDEOTON csak R1x gépeket gyártott, legálisan megszerezte a teljes gyártástechnológiát és ezzel a jogot a továbbfejlesztésre, vagyis jogtisztá termékeket forgalmazott, amelyekkel világhírnevet szerzett és jelentős exportot bonyolított le, különböző alkalmazási területeken (például megfigyelő műhold rendszerek, sugárásmérő hálózatok kiszolgálása).

²⁹ Amihez jelentős mértékben hozzájárult az EMG vezetésének szerencsétlen üzletpolitikája is.

³⁰ Az intézmények és a vállalatok kötelesek voltak első sorban belföldön gyártott számítógépeket használni, és tilos volt importálni olyanokat, amelyek alkatrészbázisa (vagy megfelelője) belföldön nem volt elérhető.

³¹ A NOTO OSZV felmérése szerint nálunk mintegy 150 R-gép működött; a Szovjetunióban pedig törvényileg kötelező volt a használatuk, igaz, a „piacon” nem is nagyon lehetett nyugati gépet kapni

³² Nálunk a projektet „Minigépes Számítógép Rendszer” (MSZR) néven jegyezték.

³³ Az [1]-ben közölt adatok szerint, a Szovjetunióban indított PEVM projektben, 1989-1997 között 115 780 darab személyi-számítógép készült.