Za żelazną kurtyną

Komputery i systemy bloku wschodniego: jak Moskwa i jej sojusznicy wybrali IBM-a, przenieśli na swoje maszyny systemy IBM, DEC i Microsoftu, zbudowali własnego UNIX-a i przez embargo dostawali to, czego nie umieli zrobić — i ile w tej historii było kopiowania, a ile własnej roboty.

O informatyce za żelazną kurtyną krąży jedno zdanie: „blok wschodni tylko kopiował”. Ta strona sprawdza je kawałek po kawałku. Zaczyna od sporu z lat 1966–1969, z którego wyszła decyzja o odtworzeniu architektury IBM System/360 — od komisji akademików, wywiadu NRD w IBM, nieudanych rozmów z ICL i Siemensem i grudniowego posiedzenia, na którym minister powiedział „nie przestawimy się na ICL”. Potem opisuje dwie rodziny maszyn RWPG — Jednolity System (EC ЭВМ, RIAD) i Małą Serię (СМ ЭВМ) — oraz systemy operacyjne, które na nich działały: ДОС EC, ОС EC, CBM, ОС РВ, РАФОС. Osobny rozdział opowiada o radzieckim UNIX-ie ДЕМОС, z którego wyrosła sieć Relcom, i o UNIX-ie w NRD, gdzie wszystko zaczęło się od taśmy, której nikt nie umiał przeczytać. Dalej po kolei: Robotron, Czechosłowacja, Węgry, Bułgaria i radzieckie mikrokomputery, a na koniec embargo COCOM, przemyt VAX-ów i teczka „Farewell”. Każdy człon tezy o kopiowaniu dostaje werdykt; jest też przepis, jak w 2026 roku uruchomić ДЕМОС w emulatorze.

> Umiejscowienie w serii: strona należy do księgi „Polska elektronika”, choć jej bohaterem jest cały blok — bo polskie komputery powstawały w jego układzie i według jego programów. Polski udział w Jednolitym Systemie, czyli R-32 i R-34, opisują dokładnie **Zjednoczenie Mera**, **Elwro: od Odry do Juniora** i rozdział o RIAD-zie w **Mainframe i z/OS**; licencję ICL i Odry — **Odra 1300 i George 3**; minikomputer, który powstał poza tym układem — **K-202 i Jacek Karpiński**. Zachodnie pierwowzory radzieckich systemów omawiają **RSX-11: czas rzeczywisty na PDP-11** (stąd ОС РВ i MERA-60), **VMS i OpenVMS**, **UNIX**, **CP/M i Digital Research** (stąd SCP z NRD i CP/J z Juniora) oraz **MS-DOS** (stąd DCP i polska Mazovia); klony ZX Spectrum — **ZX Spectrum i Timex**. Zakład, który w tym samym czasie robił w Warszawie radia i magnetofony, to **Zakłady Radiowe im. Kasprzaka**. Tutaj wszystkie te wątki są tłem dla jednego pytania: skąd blok brał technikę i co z nią robił.

□□ Skróty użyte na tej stronie (163)

Skrót	Co znaczy
ABC-80	szwedzki komputer szkolny; 112 sztuk sprowadzonych na Węgry w latach 1981–1982
ADT, IQ 151, SAPI-1, Ondra	czechosłowackie komputery wymienione bez opisu (brak źródła)

Skrót	Co znaczy
AG	spółka akcyjna (Integrated Time AG)
AGAT	zapis łaciński nazwy Агат w tytule „Byte”
ALBA PC	nazwa, pod którą sprzedawano część A 5105
AS/400, BS2000	minikomputer IBM / system operacyjny mainframe’ów Siemensa
ASCII, EBCDIC	kody znaków: powszechny / IBM-owy
AT, PC	standardy komputerów osobistych IBM
BASIC, COBOL, FORTRAN	języki programowania
BEMZ	zakład w Brześciu (Białoruś): EC-1020, 1022, 1035, Байт
BIC	Bildungscomputer — A 5105
BOOT, SYNCING DISKS … DONE	komunikaty startu i zamykania ДЕМОС w emulatorze
BSD	Berkeley Software Distribution, odmiana UNIX-a
BTA	Bułgarska Agencja Telegraficzna
CAD	projektowanie wspomagane komputerowo
CAOS	Cassette Aided Operating System — system KC 85
CC BY-SA, CC BY-NC-SA, CC0	licencje Creative Commons zdjęć; NC — tylko użytek niekomercyjny
CIA	Centralna Agencja Wywiadowcza USA
CII	francuski producent komputerów, licencjodawca R-10
CMOS	technologia układów scalonych (U61000)
COCOM	komitet koordynacyjny kontroli eksportu (Paryż, do 31 III 1994)
COL	kolorowa karta graficzna EC 1834
CP/A, CP/J, CP/K	odpowiedniki CP/M: NRD / Junior z Elwro / Robotron (jak CP/M-86)
CP/M, CP/M-86	systemy Digital Research dla 8080/Z80 i 8086
CROOK	system operacyjny Mery-400 (nazwa)
ČSSR, ČSFR	Czechosłowacja przed 1990 / po 1990 roku
CVAX	procesor DEC z napisem po rosyjsku
CWI	amsterdamski ośrodek badawczy, miejsce pracy P. Beertemy
DCP	NRD-owski funkcjonalny klon MS-DOS (DCP 1700, 3.3, 3.30)
DDR	NRD (DDR Museum)
DEC	Digital Equipment Corporation

Skrót	Co znaczy
DEMOS, DEMOS/306	łaciński zapis ДЕМОС; wariant dzielący dysk z RT-11
DIL-18	obudowa układu z 18 nóżkami w dwóch rzędach
DM	marka zachodnioniemiecka
DMA	bezpośredni dostęp do pamięci
DOC PB	zapis łacińskimi literami nazwy ДОС РВ
DOS, MS-DOS	dyskowy system operacyjny; wersja Microsoftu
DTIC, ADA160564	archiwum dokumentów technicznych Departamentu Obrony USA; sygnatura raportu z 1985 roku
DW0, MY0	nazwy urządzeń w emulatorze: dysk twardy, stacja dyskietek
EACA	hongkońska firma, producent Video Genie
EAW	Elektro-Apparate-Werke Berlin, producent P8000
EC, EC	Jednolity System (EC 1834, EC 2640, EC-1020…)
EDV	elektroniczne przetwarzanie danych (niem.)
ELREMA (ELREMY)	twórca Robotronu 300 (NRD)
EMC, JS EMC	elektroniczne maszyny cyfrowe; Jednolity System
EPROM	kasowalna pamięć stała
ESER	NRD-owska nazwa Jednolitego Systemu
EWM, ЭВМ	elektronowa maszyna cyfrowa (rus. elektronnaja wyczislitielnaja maszina)
FACOM	seria komputerów Fujitsu
FAPSI	rosyjska służba wydzielona z VIII Zarządu KGB
GDR	NRD (ang.)
GRASSI	muzeum sztuki użytkowej w Lipsku (nazwa)
HC 900	komputer domowy z Mühlhausen (1984), potem KC 85/2
HNF	Heinz Nixdorf MuseumsForum w Paderborn
HT-1080Z, HT-3080C	węgierskie komputery szkolne spółdzielni Híradástechnika
HTW	berlińska uczelnia techniczna, właściciel Computermuseum
HVA	wywiad zagraniczny NRD
IBM	amerykański koncern komputerowy
ICA-7000	system wstrzymany wiosną 1990 roku przez Kombinat Automatisierungsanlagenbau

Skrót	Co znaczy
ICL	International Computers Limited
IDC	firma badań rynku informatycznego
IMKO-1, IMKO-2	bułgarskie poprzedniki Prawca 82
IZOT	bułgarskie państwowe zjednoczenie przemysłu obliczeniowego
KB, MB	kilobajt, megabajt
KC	Kleincomputer (KC 85, KC 87); także Komitet Centralny (KC KPZR)
KGB	radziecka służba bezpieczeństwa
KOI8-R	rosyjskie kodowanie znaków
KPZR	Komunistyczna Partia Związku Radzieckiego
LfA	berliński instytut, autor PSU (rozwinięcia źródło nie podaje)
MERA, MERA-60	polskie zjednoczenie i jego marka; klon LSI-11
MIFI	Moskiewski Instytut Inżynieryjno-Fizyczny
MIPS	miliony instrukcji na sekundę
MITRA-15	minikomputer CII, według jednego źródła pierwowzór R-10
MSX	standard japońskich komputerów domowych (Yamaha)
MUTOS	uniksopodobne systemy NRD (1700, 1800, 1834, 1835)
NATO	Pakt Północnoatlantycki
NEC	japoński producent układów (μPD7220)
NII TT	zelenogradzki instytut, konstruktor БК-0010
NJSZT	węgierskie towarzystwo informatyczne im. Johna von Neumanna
NRD, RFN	Niemiecka Republika Demokratyczna; Republika Federalna Niemiec
OS, OS/360, OS/TSO	system operacyjny; system IBM System/360; jego tryb wielodostępny
PDF	format dokumentu
PDP-11, PDP-11/20	minikomputery DEC
PMD 85	słowacki komputer szkolny z Tesli Piešťany
PSU	uniksopodobny podsystem pod OS/TSO (rozwinięcia źródło nie podaje)
PVC	polichlorek winylu
RCA	Radio Corporation of America
RIAD	Ряд — polska nazwa Jednolitego Systemu

Skrót	Co znaczy
ROBKO-1	bułgarskie ramię robota sterowane z IMKO-1
ROM	pamięć stała
RPA, USA, ZSRR, USSR	Republika Południowej Afryki; Stany Zjednoczone; Związek Radziecki
RPP-16, RPP-16S, RPP-16M	słowacki minikomputer 16-bitowy (1974)
RSX-11, RSX-11M, RT-11	systemy DEC dla PDP-11
RT-60	DOS RT-60, OS RT-60 — systemy MERA-60
RWPG	Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej
SAGEM	francuski producent dysku do R-10
SAM	moskiewski zakład produkujący БЭСМ-6
SAP	niemiecka firma programistyczna
SCO	firma, autor Xenixa
SCP	Single User Control Program — system NRD zgodny z CP/M 2.2
SIMH	emulator dawnych komputerów
SM, CM	System Małych Maszyn (СМ ЭВМ)
SMEP	czechosłowacka nazwa Małej Serii (SM 4-20, SM 52/12)
SRS	SRS Dresden — spółka SAP, Siemensa i Robotronu
SVID	System V Interface Definition
SVP 1800	system NRD wzorowany na VMS
SVS	tryb pamięci wirtualnej OC EC
TI	Texas Instruments
TII	organizator węgierskiego konkursu na komputer szkolny (1982)
TP	edytor tekstu z PC 1715, klon WordStara
TRS-80	komputer Tandy, pierwowzór Video Genie
TTL	rodzina układów scalonych
TUHS	The Unix Heritage Society — archiwum historii UNIX-a
TUK/IF	Politechnika w Karl-Marx-Stadt, Wydział Informatyki
TV, TVC	telewizor; TV Computer Videotonu
ULA	specjalizowany układ ZX Spectrum
UNIX	system operacyjny Bell Labs

Skrót	Co znaczy
UUCP	Unix-to-Unix Copy — poczta i wymiana plików przez modemy
VAX, VMS	32-bitowe komputery DEC i ich system
VEB	przedsiębiorstwo państwowe NRD
VGA	standard grafiki IBM PC
VM	system maszyn wirtualnych IBM
VMX	port UNIX-a V7 na IBM /370 z Karl-Marx-Stadt
VT-10	inna nazwa Videotonu R-10
VVB	zjednoczenie przedsiębiorstw państwowych NRD
WEGA	system P8000 zgodny z UNIX System III
X/OPEN	konsorcjum standardów UNIX-a
Z80A	odmiana procesora Z80 (Didaktik Gama)
ZCOM	Zuse-Computer-Museum w Hoyerswerdzie
ZIT-151	bułgarski komputer na licencji FACOM 230-30
ZMD	Forschungszentrum Mikroelektronik Dresden
ZX	ZX Spectrum
АСВТ-М	radziecka rodzina maszyn, poprzedniczka СМ ЭВМ
БК, БК-0010	bytowoj kompjutier — komputer domowy
БОС, БОС-1810	BOS — systemy wymienione przy ОС ЕС 7 i СМ-1800 (rozwinięć źródła nie podają)
БЭСМ, БЭСМ-6	BESM — seria maszyn Lebiediewa
ДВК, ДВК-1	DWK — dialogowe kompleksy obliczeniowe
ДЕМОС	DEMOS — „Диалоговая Единая Мобильная Операционная Система”
ДИАМС, ДОС КП, МОС ВП, ОС СФП	systemy z zestawienia Filinowa (rozwinięć źródło nie podaje)
ДОС ЕС, ДОС-3 ЕС	DOS JeS — jednozadaniowy system mniejszych maszyn EC
ДОС РВ, ОС РВ	DOS/OS RW — systemy czasu rzeczywistego, RSX-11M pod inną nazwą
ДОС-1810, МДОС	systemy mikrokomputerów СМ-1800
ЕС ПЭВМ, ЕС-1840	komputery osobiste Jednolitego Systemu
ЕС ЭВМ, ЕС-1, ЕС-2	JeS EWM — Jednolity System; jego pierwsza i druga seria

Skrót	Co znaczy
ЕС-1010 … ЕС-1065	modele Jednolitego Systemu (ЕС ЭВМ-73 — wystawa z 1973 roku)
ИНЭУМ	INEUM — moskiewski instytut, lider СМ ЭВМ
ИПК	IPK — Instytut Doskonalenia Kadr (Минавтопрома)
ИТМиВТ	ITMiWT — instytut S.A. Lebiediewa, formalny lider programu Ряд
К1801ВМ1, К565РУ6, КР580, КР580ИК80А	radzieckie układy: procesor zgodny z PDP-11, pamięć, odpowiedniki 8080
КБ	Эльбрус-КБ — odmiana Эльбруса zgodna z БЭСМ-6
КУВТ	KUWT — szkolne zestawy komputerowe
МНОС	MNOS — „Машинно-Независимая Операционная Система”
МПИ	MPI — magistrala СМ-1425 i СМ-1702
НИИАА, НИИЭВМ	NIIAA, NIIEWM — instytuty, twórcy ОС ЕС 7
НИЦЭВТ	NICEWT — moskiewski instytut, centrum programu ЕС
ОС ЕС	OS JeS — odpowiednik OS/360 (ОС 6.1, ОС ЕС 7)
РАН	Rosyjska Akademia Nauk
РАФОС, ФОДОС, ФОБОС	RAFOS, FODOS, FOBOS — odpowiedniki RT-11
СВМ	SWM — Sistiema wirtualnych maszin, odpowiednik IBM VM
СМ-1 … СМ-1820	modele Małej Serii
УКНЦ	UKNC — radziecki komputer szkolny
УНАС	UNAS — „u nas”, nieoficjalna nazwa radzieckiego UNIX-a
Є	ukraiński zapis ЕС (Є 5153)

□□ Leksykon: nazwy i pojęcia z tej strony (36)

Nazwa	Co to jest
Antonow, Wadim	współtwórca ДЕМОС i Relcomu; autor postów z demos.su w 1991 roku
Beertema, Piet	autor żartu „kremvax” z 1 IV 1984 roku (CWI, Amsterdam)
Core List	skrócona lista kontrolna COCOM z 23 V 1991 roku
Exodus	amerykańska operacja celna przeciw przemytowi techniki (od 1981)

Nazwa	Co to jest
Farewell	pseudonim płk. W. Wietrowa z KGB, który w 1981 roku przekazał Francji 4000 dokumentów
Herrmann, Felix	niemiecki historyk, autor artykułu o radzieckiej informatyce (2012)
Jednolity System	rodzina maszyn RWPG zgodnych z IBM System/360 i 370 (ЕС ЭВМ, RIAD)
Kałmykow, W.D.	radziecki minister przemysłu radiowego; zamknął spór 18 XII 1969 roku
kremvax	fikcyjny węzeł z żartu 1984 roku; od 1990/1991 nazwa prawdziwej bramki Demosu
Lebiediew, Siergiej	twórca БЭСМ-6, sceptyk orientacji na IBM
Lewin, W.K.	kierownik projektu wstępnego Ряд (1967), autor wspomnień
Linia X	oficerowie KGB zdobywający zachodnią technikę w rezydenturach
Marangozow, Iwan	bułgarski konstruktor IMKO, z zamiłowania flecista
Mała Seria	rodzina minikomputerów RWPG (СМ ЭВМ), odpowiedniki PDP-11 i VAX-a
Müller, Richard	zachodnioniemiecki przemytnik VAX-ów do bloku
Naumow, B.N.	główny konstruktor СМ ЭВМ
P8000	16-bitowy komputer EAW z systemem WEGA, ok. 5000 sztuk
Prawec	bułgarska marka komputerów (Prawec 82, 8D), wskrzeszona w 2013 roku
Przyjałkowski, W.W.	główny konstruktor EC od 1977 roku, autor książki „EC ЭВМ-2”
Relcom (Релком)	pierwsza radziecka sieć UUCP (1990), od 1992 spółka akcyjna
Robotron	kombinat NRD (1969–1990); dziś nazwa firmy programistycznej z Drezna
Sołdatow, Aleksiej	szef Relcomu, prezes spółki od 1992 roku
Supnik, Bob	projektant w DEC, później twórca emulatora SIMH
U61000	NRD-owski układ pamięci 1 Mbit (1988), nigdy nieprodukowany seryjnie
Witosza	pierwszy bułgarski komputer (14 VIII 1963)
Zarząd T	jednostka KGB do badania zachodnich prac naukowych (od 1970)
Агат (Agat)	radziecki komputer szkolny częściowo zgodny z Apple II; produkcja od 1984 albo 1985 roku
Байт (Bajt)	klon ZX Spectrum z Brześcia, na układach TTL bez ULA
БЭСМ-6 (BESM-6)	radziecki superkomputer Lebiediewa, ok. 1 mln op/s, produkowany 17 lat
Демос (Demos)	moskiewska spółdzielnia z 1989 roku, twórca sieci Relcom
Корвет (Korwet)	radziecki komputer szkolny, na tej stronie bez opisu (brak źródła)
Микроша (Mikrosza)	fabryczna wersja Радио-86РК z Lianozowa (1986–1991)

Nazwa	Co to jest
Радио-86РК (Radio-86RK)	komputer do samodzielnego złożenia ze schematu w miesięczniku „Радио”
Ряд (Riad)	„szereg” — nazwa programu Jednolitego Systemu
Экситон (Ekziton)	zakład w Pawłowskim Posadzie produkujący БК-0010
Эльбрус (Elbrus)	radzieckie wieloprocesorowe maszyny Burcewa (1980, 1985)

> **Zastrzeżenie zakresu.** To przegląd całego bloku od połowy lat 60. do połowy lat 90., złożony ze źródeł dostępnych w sieci: wspomnień radzieckich konstruktorów publikowanych przez Rosyjskie Wirtualne Muzeum Komputerów, artykułu niemieckiego historyka Felixa Herrmanna z 2012 roku, artykułu Mirosława Sikory z 2019 roku, raportu Departamentu Obrony USA z 1985 roku, prasy z epoki (Christian Science Monitor, Computerwoche, Kommiersant), kart obiektów muzealnych z Niemiec, Węgier i Ukrainy oraz serwisów kolekcjonerskich. Archiwów nie przeglądałem, a teksty rosyjskich encyklopedii internetowych i Wikipedii traktuję jako ślad, nie jako dowód. Liczby wyprodukowanych maszyn bywają tu podane z dokładnością do rzędu wielkości — gdzie źródła się rozchodzą, piszę obie wersje i daję przypis. Szczegóły polskich maszyn są na stronach podanych wyżej; tu dostają tyle miejsca, ile potrzeba, by zobaczyć Polskę w układzie.

Wprowadzenie: „oni tylko kopiowali”

Popularna opowieść w jednym zdaniu

Obiegowa wersja brzmi mniej więcej tak: w latach 60. Związek Radziecki zrezygnował z własnych konstrukcji, ukradł IBM-owi System/360, a potem DEC-owi PDP-11 i VAX-a; cały blok wschodni produkował odtąd gorsze kopie zachodnich maszyn i uruchamiał na nich kradzione systemy, maszyny przemycano w walizkach, embargo było dziurawe, a gdy kurtyna opadła, nie zostało po tym nic. Każde z tych zdań ma w sobie coś prawdziwego. Żadne nie jest prawdziwe w całości.

Rozbiór na człony

Żeby tę opowieść dało się sprawdzić, trzeba ją pociąć na kawałki, z których każdy da się porównać ze źródłami:

1. „ЕС ЭВМ to skopiowany IBM System/360”.
2. „Decyzja była oczywista i jednomyślna”.
3. „Cały Jednolity System był zgodny z IBM”.
4. „Mała Seria to klony PDP-11 i VAX-a”.
5. „Systemy operacyjne kradziono jeden do jednego”.
6. „Nic własnego nie powstało”.
7. „Klony robiono wyłącznie dzięki szpiegostwu”.
8. „Embargo COCOM było szczelne”.
9. „Po 1990 roku nic nie zostało”.

Werdykty dla każdego członu zbiera rozdział *Czy blok tylko kopiował?* pod koniec strony. Zanim do niego dojdziemy, trzeba przejść przez fakty — a fakty zaczynają się od pytania, które w Moskwie zadawano sobie przez trzy lata: czy w ogóle iść za IBM-em.

Oś tego tekstu

Tekst idzie od decyzji do jej skutków. Najpierw spór z lat 1966–1969 i jego uczestnicy. Potem dwie wielkie rodziny maszyn RWPG i ich systemy operacyjne, wraz z tym, kto co budował. Następnie UNIX — jedyny zachodni system, który blok przeniósł na swoje maszyny nie z rozkazu, tylko oddolnie, i z którego wyrosła pierwsza radziecka sieć. Potem kraje po kolei: NRD z Robotronem, Czechosłowacja, Węgry, Bułgaria i radzieckie mikrokomputery, a także maszyny, które były w całości własne. Dalej embargo, przemyt i wywiad. Na końcu rozbiór tezy, praktyka, mity i to, co zostało w 2026 roku.

Decyzja: dlaczego IBM (1966–1969)

Plan „Ряд” i projekt wstępny

Pod koniec lat 60. radziecka informatyka była zbiorem niezgodnych ze sobą rodzin. Ural-1 zbudowano w latach 1956–1961 w 183 egzemplarzach, Mińsk-32 — w 2889 w latach 1968–1975 — i to maszyny mińskie, razem z poprzednikami, stanowiły według Felixa Herrmanna 70% parku radzieckich ośrodków obliczeniowych. Każda rodzina miała własne oprogramowanie, a programu z jednej nie dało się przenieść na drugą. Na Zachodzie IBM pokazał, że może być inaczej: System/360 był rodziną maszyn od małej do dużej, na których działały te same programy.

Plan gospodarczy na 1966 rok przewidywał projekt wstępny nazwany „Ряд” (Riad, czyli „szereg”) na lata 1966–1967, z celem zapisanym urzędowo: „rozwój kompleksu (serii) wysoce niezawodnych maszyn informacyjno-obliczeniowych”. W lutym 1967 roku kierownictwo projektu wstępnego na

sześć miesięcy dostał W.K. Lewin, później akademik Rosyjskiej Akademii Nauk. Tekst, który Lewin napisał o tamtych latach, jest głównym źródłem tego rozdziału — i trzeba pamiętać, że to relacja uczestnika, który bronił własnej decyzji.

Według Lewina projekt od początku miał naśladować IBM System/360. Komisja pod przewodnictwem akademika A.A. Dorodnicyna, powołana w styczniu 1967 roku, żądała wręcz dokładnego odtworzenia struktury prototypu — „dla ciągłości oprogramowania”. Latem 1967 roku projekt wstępny był gotowy: raport w siedmiu tomach, zatwierdzony przez komisję Dorodnicyna. Pod koniec roku stał się podstawą dyrektywy rządowej, którą Lewin datuje na grudzień 1967 roku. Zakres wydajności przyszłej rodziny określono od 10 tysięcy operacji na sekundę do miliona.

Od połowy 1968 roku maszyny dostały nazwy: EC-1020 miał powstać w Mińsku, EC-1030 w Erywaniu, EC-1050 w Moskwie. Jesienią 1968 roku dyrektorem nowego instytutu НИЦЭВТ i głównym konstruktorem Jednolitego Systemu został S.A. Krutowskich; na początku 1970 roku zastąpił go A.M. Łarionow, a pod koniec 1977 roku — W.W. Przyjałkowski.

Dlaczego IBM: argumenty Lewina

Lewin podaje kilka powodów. Pierwszy był praktyczny: System/360, „w przeciwieństwie do wariantów europejskich”, miał „dobre i dość kompletne zestawy dokumentów”. Podręczniki IBM przetłumaczono na rosyjski i sprzedawano w radzieckich księgarniach — architektura, którą miano odtworzyć, leżała więc na półkach. Drugi powód był finansowy: licencje ICL albo Siemensa byłyby tańsze, ale „waluty nie dostarczono na czas” i negocjacje upadły. Trzeci — polityczny: amerykańskie embargo blokowało IBM-owi dostęp do rynku ZSRR, więc o licencji od samego IBM nie było mowy.

Lewin dodaje jeszcze, że IBM „nie sprzeciwiał się” radzieckiej replice. To zdanie jest jego interpretacją, a nie dokumentem — w zebranych źródłach nie ma niczego, co pokazywałoby stanowisko samego IBM.

Spór: Lebiediew, Głuszkow i zwolennicy Europy

Decyzja nie zapadła jednomyślnie. Formalnie liderem projektu był instytut ИТМиВТ Siergieja Lebiediewa, twórcy БЭСМ-6. Lewin pisze, że instytut był „mało aktywny”, a jego naukowcy „raczej sceptyczni wobec rozwiązań strukturalnych System 360”. Nie pisze, że Lebiediew osobiście sprzeciwiał się IBM-owi — przytacza natomiast jego pogląd z 1967 roku: Lebiediew nie widział korzyści ze zgodności programowej między małymi i dużymi maszynami, wolał więcej minikomputerów z dostępem sieciowym do najsilniejszych maszyn w kraju. Herrmann idzie dalej: Lebiediew był krytykiem orientacji na IBM, trzymał się linii БЭСМ i odmówił udziału w programie Ряд.

Głuszkow okazał według Lewina „niskie osobiste zainteresowanie”, co nazywa „czynnikiem raczej negatywnym”. Część ekspertów wolała systemy brytyjskie albo niemieckie. Konflikty z 1969 roku Lewin nazywa „raczej osobistymi i subiektywnymi” — co jest uprzejmym sposobem powiedzenia, że chodziło także o to, który instytut i który konstruktor będzie prowadził największy program techniczny w kraju.

NRD, wywiad i umowa z 22 grudnia 1968 roku

W tym sporze najmocniejszy argument miała NRD — i nie był to argument wyłącznie inżynierski. Herrmann, cytując wspomnienia byłych oficerów wywiadu NRD (Müllera i Rösenera), pisze, że od 1966 roku wywiad zagraniczny NRD (HVA) miał „źródło na kluczowym dla rozwoju EDV stanowisku” w IBM i że od tego roku „przez wiele lat dokumenty rozwojowe IBM trafiały do NRD zaraz po tym, jak stawały się dostępne”. Sam fakt takiego cytatu jest pewny; skali tego przepływu nie da się sprawdzić, bo jedynym źródłem są ludzie, którzy mieli interes w tym, by ją podkreślić.

Herrmann zaznacza też rzecz, którą łatwo przeoczyć: celem nie była dokładna kopia sprzętu, tylko maszyna uruchamiająca oprogramowanie System/360. Sama dokumentacja, nawet wykradziona, nie wystarczała do kopii jeden do jednego — układy, technologia i części były inne.

22 grudnia 1968 roku ZSRR i NRD podpisały umowę, której celem był „jednolity system” w latach 1971–1973. Według Lewina pod koniec 1968 roku sformalizowano współpracę w ramach RWPG: uczestnikami były NRD, Bułgaria, Węgry, Polska i Czechosłowacja; Rumunia dołączała „sporadycznie”, Kuba była zainteresowana od 1973 roku. NRD Lewin nazywa „najbardziej użytecznym partnerem inżynierskim”.

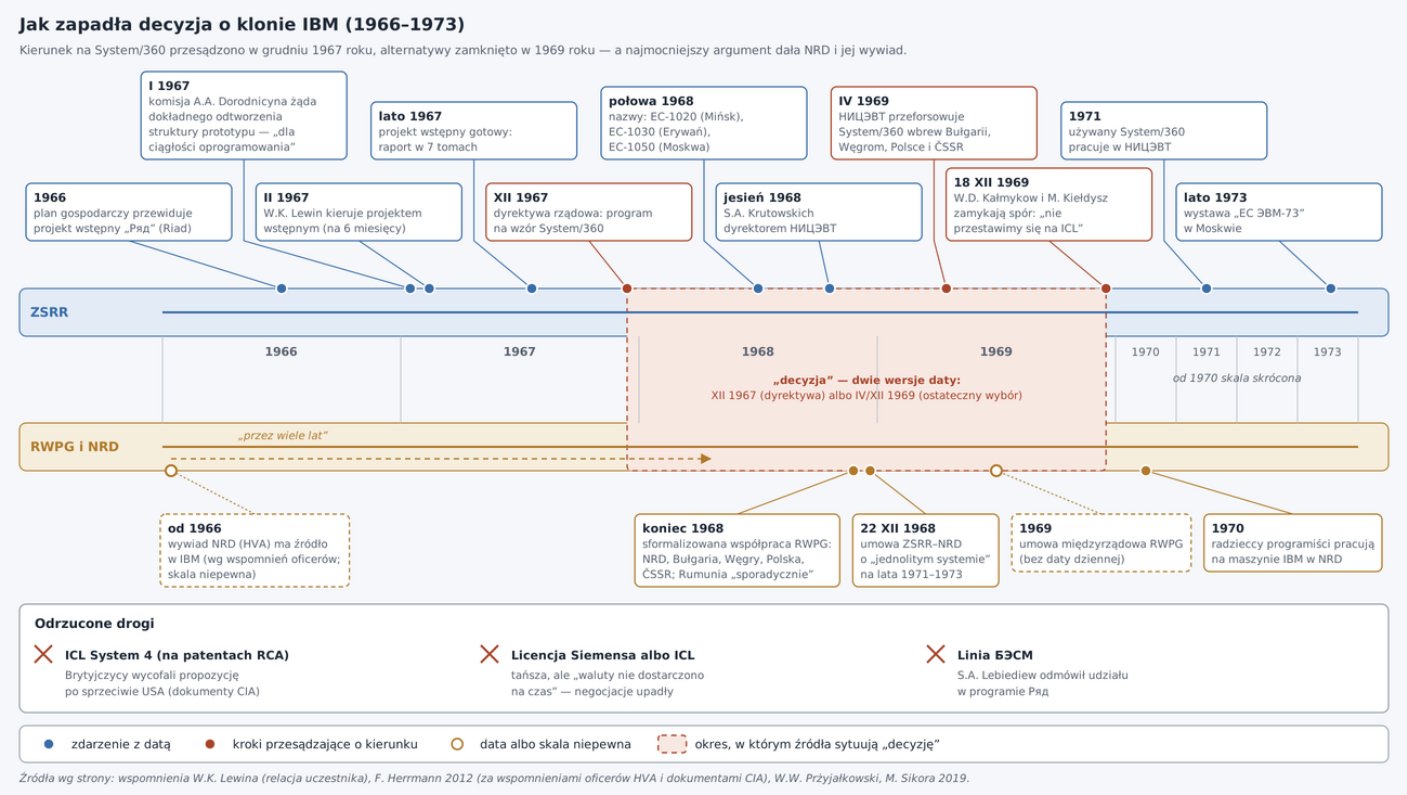
Kwiecień i grudzień 1969 roku: koniec sporu

W kwietniu 1969 roku szef moskiewskiego НИЦЭВТ, „z powołaniem na prace przygotowawcze w NRD”, przeforsował IBM System/360 jako architekturę wzorcową — wbrew woli Bułgarii, Węgier, Polski i Czechosłowacji. Herrmann opiera to na książce B.N. Malinowskiego „Historia techniki obliczeniowej w osobach” (Kijów 1992). 18 grudnia 1969 roku minister przemysłu radiowego W.D. Kałmykow i prezes Akademii Nauk Mścisław Kiełdysz zamknęli spór. Kałmykow miał powiedzieć: „Nie przestawimy się na ICL. Poprosimy Niemców, żeby nas mocniej wsparli”.

Herrmann podsumowuje to zdaniem bez dyplomacji: „Ostatecznie dopiero działalność szpiegowska Stasi sprawiła, że spór ekspertów się skończył”. Data samej decyzji zależy od tego, co się za nią uzna. Źródła podają, że kierunek na System/360 przesądzono w grudniu 1967 roku dyrektywą rządową, albo że ostateczny wybór zapadł w 1969 roku — w kwietniu w НИЦЭВТ i 18 grudnia na szczeblu ministra[1]. Najuczciwiej powiedzieć, że w 1967 roku zdecydowano, że program ma

naśladować IBM, a w 1969 roku — że żadnej alternatywy już nie będzie.

Umowę międzyrządową o Jednolitym Systemie kraje RWPG zawarły w 1969 roku — piszą o tym i Przyjałkowski w książce z około 1980 roku, i Mirosław Sikora w artykule z 2019 roku; żaden z nich nie podaje daty dziennej ani miejsca.



Rysunek 1. *Droga do decyzji o klonie IBM. Warto zauważyć, że między dyrektywą z grudnia 1967 roku a zamknięciem sporu w grudniu 1969 roku minęły dwa lata — i że według Herrmanna spór rozstrzygnęli nie radzieccy akademicy, tylko inżynierowie i wywiad NRD.*

ICL, System 4 i weto Waszyngtonu

Alternatywa europejska nie była tylko pobożnym życzeniem części ekspertów. Brytyjczycy zabiegali w USA o zgodę na to, by ZSRR mógł skopiować ICL System 4 — maszynę zbudowaną na patentach amerykańskiej RCA i zgodną z System/360. Według dokumentów CIA, na które powołuje się Herrmann, po sprzeciwie amerykańskim „Brytyjczycy wycofali swoją propozycję". Zdanie Kałmykowa o ICL nie było więc wyborem między dwiema otwartymi drogami — jedna z nich była już zamknięta w Waszyngtonie.

Jak wyglądała brytyjska obecność za kurtyną, opowiadał po latach Ralph Land, były kierownik eksportu English Electric, a potem ICL na Europę Wschodnią. Jego firma sprzedawała maszyny „ciężkim użytkownikom" — ministerstwom planowania i statystyki — i godziła się na barter: sfinansowała czechosłowacki film, przyjmowała łożyska kulkowe z Rumunii. Zespół Landa liczył 120 osób, z czego 30 mieszkało z rodzinami w radzieckich hotelach; IBM miał w Wiedniu około 250 ludzi. Land mówi też o sobie rzeczy, które trzeba czytać jako relację jednej osoby: „zawsze

przekonywałem, że gdybyśmy wstrzymali części zamienne, moglibyśmy położyć ich gospodarki”. Polskie Odry na licencji ICL to osobna historia — opowiada ją strona **Odra 1300 i George 3**.

Skąd wziąć IBM-a: trzy opowieści

Żeby budować maszynę zgodną z System/360, trzeba było mieć na czym sprawdzać programy. Jak radzieccy inżynierowie dostali pierwszego IBM-a, opowiada się co najmniej na trzy sposoby i żadna z tych wersji nie ma za sobą dokumentu, który dałoby się dziś przeczytać[2].

- **Walizki przez Polskę.** Według angielskiej Wikipedii pierwszy radziecki mainframe zgodny z IBM powstał na podstawie przemyconego IBM 360/40, rozmontowanego i przewiezionego przez Polskę w dużej liczbie walizek. Źródła pierwotnego tej relacji nie znalazłem.
- **Jedenaście maszyn przez NRD.** Ralph Land powiedział w 2014 roku, że Sowieci „podobno przemycili do ZSRR 11 mainframe’ów IBM przez Niemcy Wschodnie”. To relacja konkurenta IBM sprzed ponad czterdziestu lat, opatrzona słowem „podobno”.
- **Używany IBM na licencji.** Lewin pisze, że w НИЦЭВТ od 1971 roku działał „pierwszy licencjonowany komputer System/360 (używany)”, a w 1970 roku radzieccy programiści jeździli do NRD, by pracować na tamtejszej maszynie IBM.

Herrmann, który przejrzał najwięcej dokumentów, pisze o dokumentacji IBM zdobywanej przez wywiad NRD, a nie o przemycie całych maszyn. Popularny tekst z „PC Plus” z 2009 roku mówi o klonowaniu System/360 „z niewielką pomocą KGB” i o premierze ЕС ЭВМ w 1972 roku — bez żadnych źródeł. Na tej stronie walizki zostają więc tym, czym są: opowieścią, która może być prawdziwa, ale nie jest udokumentowana.

Błąd czy konieczność? Malinowski kontra Herrmann

Malinowski, ukraiński historyk techniki, nazwał wybór IBM „ogromnym błędem o dramatycznych konsekwencjach” — miał on zabić własne radzieckie konstrukcje i uzależnić kraj od cudzej architektury. Herrmann uważa tę ocenę za chybioną, bo Malinowski obwinia o fiasko rozmów z ICL radzieckie władze, podczas gdy eksport zablokowały Stany Zjednoczone. Sam Herrmann formułuje wniosek ostrzejszy i szerszy: „Gospodarka planowa najwyraźniej nie była w stanie ani kierować centralnie, ani nadać sensownych ram lokalnie istniejącemu potencjałowi innowacji”.

Lewin, broniąc decyzji, rozróżnia dwie rzeczy, które obiegowa opowieść zlewa w jedną. Pisze, że maszyny ЕС „odtwarzały rozwiązania IBM tylko na poziomie zewnętrznej struktury (»architektury«)”, a zgodność programową „należy rozumieć nie jako bezpośrednie kopiowanie”. Departament Obrony USA w raporcie z 1985 roku pisał odwrotnie: Ряд to „kopia architektury i funkcji IBM 370”, wzorowana na zdobytym IBM-ie. Obie strony miały powody, by mówić to, co mówiły — Lewin bronił dorobku swojego instytutu, Pentagon przekonywał Kongres do kontroli

eksportu[3].

Jednolity System: rodzina, kraje, podział pracy

Ряд-1 i Ряд-2

Jednolity System nazywano różnie: po rosyjsku ЕС ЭВМ (Jedinaja sistiema EWM), w Polsce JS EMC albo RIAD, w NRD ESER, na Węgrzech ESzR. Najdokładniejszy spis modeli daje książka „ЕС ЭВМ-2” zespołu W.W. Przyjałkowskiego, wydana około 1980 roku. Pierwsza seria, EC-1 (Ряд-1), obejmowała siedem modeli podstawowych: EC-1010 (Węgry), EC-1020 (ZSRR), EC-1021 (Czechosłowacja), EC-1030 (ZSRR), EC-1032 (Polska), EC-1040 (NRD) i EC-1050 (ZSRR); do tego modyfikacje EC-1012 (Węgry) oraz EC-1022, EC-1033 i EC-1052 (ZSRR) — razem jedenaście maszyn o wydajności od 5 do 500 tysięcy operacji na sekundę. Druga seria, EC-2 (Ряд-2), to EC-1015 (Węgry), EC-1025 (Czechosłowacja), EC-1035, EC-1045, EC-1060 i EC-1065 (ZSRR) oraz EC-1055 (NRD), w przedziale od 20 tysięcy do 5 milionów operacji na sekundę. Muzeum firmy DataArt, popularyzujące tę historię, mówi o „około 30 maszynach” w czterech numerowanych seriach Ряд — ta liczba pochodzi z blogu firmowego i nie ma za sobą spisu.

Przypisanie modeli do krajów bywa w źródłach różne. EC-1035 Przyjałkowski przypisuje ZSRR, Herrmann podaje, że produkowano go w Mińsku od 1977 roku, choć model ten bywa wiązany z Bułgarią — w źródłach, które przeczytałem, takiego przypisania nie znalazłem[4]. Pochodne rosyjskiej Wikipedii przypisują Polsce modele EC-1030, EC-1032 i EC-1045, a Przyjałkowski — tylko EC-1032[5]. Polską wersję maszyny z Erywania, R-30, opisuje strona **Mainframe i z/OS**.

Kto co robił

Jednolity System nie był jedną fabryką, tylko siecią zakładów rozrzuconych od Berlina po Erywań, z których każdy dostawał swój kawałek. Najlepiej widać to na przykładzie jednej maszyny, którą można dziś obejrzeć w Paderborn. Heinz Nixdorf MuseumsForum pokazuje ESER 1055 z drezdeńskiego Robotronu jako niemal kompletne centrum obliczeniowe w stylu lat 70. Procesor tej maszyny rozwijano równolegle w ZSRR i w Robotronie; napędy taśm pochodziły z Zeiss Jena, drukarki i urządzenia perforujące — z Czechosłowacji i z Polski, dyski — z Bułgarii. Według karty obiektu egzemplarz wyprodukowano w 1979 roku; muzeum nazywa ESER „funkcjonalną repliką maszyny IBM”, a model 1055 — zgodnym sprzętowo i programowo z IBM 370/155.

ESER 1055 z ośrodka obliczeniowego zakładów Sachsenwerk w Dreźnie, wyprodukowany w 1979 rol

ESER 1055 z ośrodka obliczeniowego zakładów Sachsenwerk w Dreźnie, wyprodukowany w 1979 roku przez Kombinat Robotron, dziś w Heinz Nixdorf MuseumsForum w Paderborn. To jedna maszyna, ale złożona z całego bloku: procesor rozwijany razem z ZSRR, taśmy z Zeiss Jena, drukarki i perforatory z Czechosłowacji i Polski, dyski z Bułgarii; muzeum nazywa ją funkcjonalną repliką maszyny IBM, zgodną z IBM 370/155. Źródło: museum-digital (HNF), CC BY-NC-SA, autor: Sergei Magel / Heinz Nixdorf MuseumsForum.

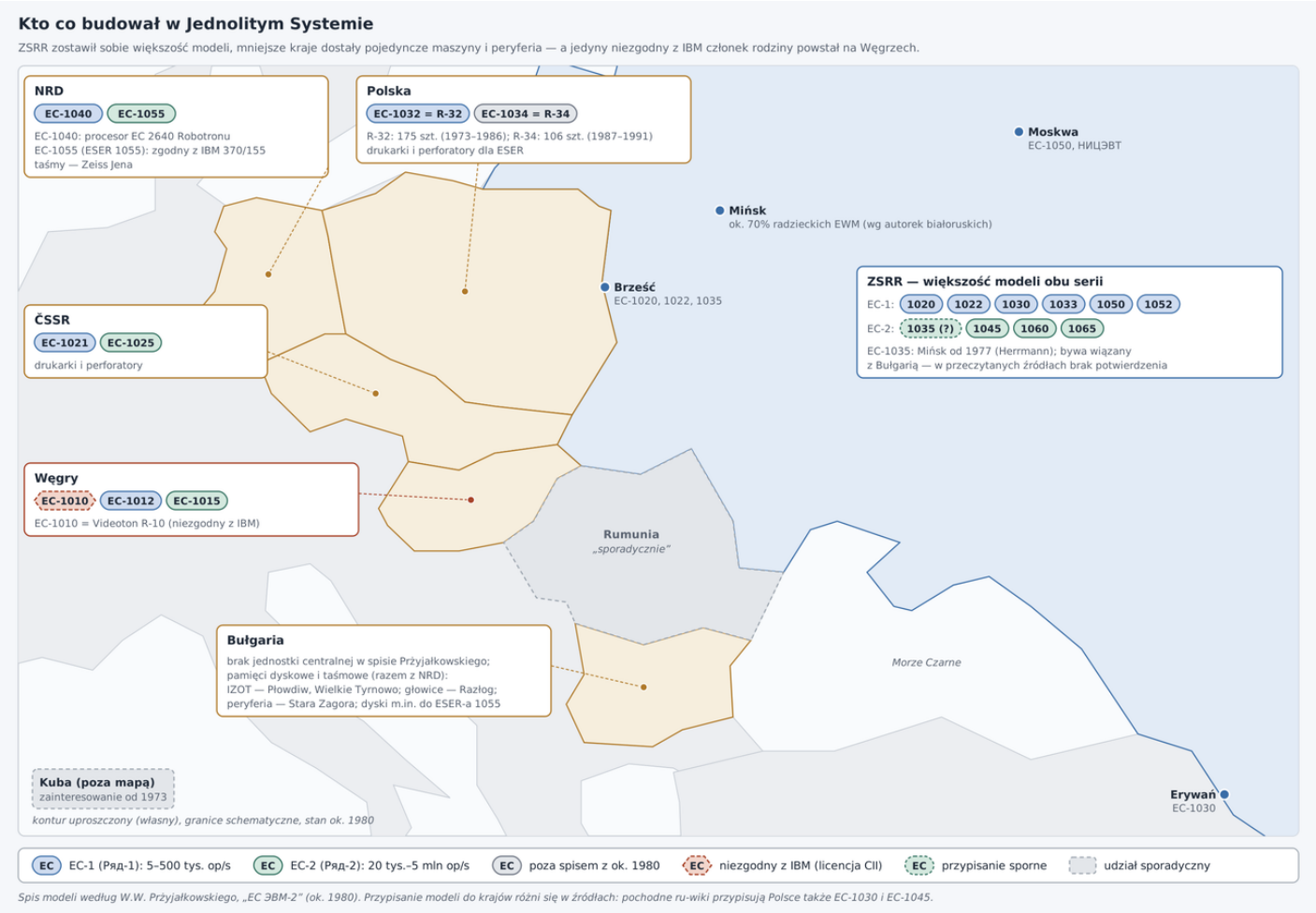
Ośrodek w Sachsenwerku sfotografowano w 1995 roku tuż przed demontażem, a ESER 1056 w Mukran na Rugii wyłączono w 1995 roku. Kiedy przestała liczyć maszyna z Paderborn, nie wiadomo dokładnie: źródła podają rok 1993, 1994 albo 1995 — i wszystkie trzy daty pochodzą od tego samego muzeum[6].

Bułgaria w tym podziale specjalizowała się w pamięciach. Według Lewina razem z NRD pracowała nad pamięciami dyskowymi i taśmowymi; jak wyglądała bułgarska strona tego zadania, opisuje rozdział o Bułgarii niżej. Węgry dostały najmniejszą maszynę rodziny — i od razu łamały jej regułę.

Węgierski wyjątek: R-10 na francuskiej licencji

Najmniejszy członek rodziny, EC-1010, czyli węgierski Videoton R-10 (VT-10), nie był zgodny z IBM. Karta obiektu z Informatika Történeti Múzeum w Szegedzie podaje, że pierwszą wersję, 1010B, opracowano w instytucie SzKI na licencji francuskiej maszyny CII; seryjna produkcja zatwierdzonego R-10 ruszyła w zakładach Videoton w Székesfehérvárze około 1973 roku. Był to mikroprogramowany minikomputer na układach TTL z pamięcią ferrytową od 4 do 32 tysięcy słów 16-bitowych, z dyskiem SAGEM o pojemności 800 kB, z asemblerem, FORTRAN-em, BASIC-iem i COBOL-em. Służył do zbierania danych na bieżąco, do pracy w czasie rzeczywistym i jako „satelita” dużych maszyn ESzR; trafił do ZSRR, między innymi do programu badań dna morskiego. Jaka maszyna CII była pierwowzorem, źródła mówią różnie[7]. Inventing Europe dodaje, że R-10 stanowił znaczną część ponad tysiąca komputerów używanych na Węgrzech na początku lat 80.

To potwierdza uwagę ze strony **Zjednoczenie Mera**, że R-10 i R-20A były niezgodne programowo z resztą rodziny. Jednolity System był więc zgodny z IBM — z wyjątkiem swojego najmniejszego członka, który pochodził z Francji.



Rysunek 2. *Podział pracy w Jednolitym Systemie. Warto zauważyć, że ZSRR zostawił sobie większość modeli, a mniejsze kraje dostały pojedyncze maszyny i peryferia — i że jedyny niezgodny z IBM członek rodziny powstał na Węgrzech.*

Polska: uczestnik niechętny

Polska weszła do tego układu bez entuzjazmu. Mirosław Sikora pisze w artykule z 2019 roku, że „cezurę stanowią lata 1969–1971, kiedy to strona polska dość niechętnie przystąpiła do RIAD", a po skopiowaniu IBM 360 „ZSRR zaczął wręcz wymuszać na państwach RWPG dopasowanie się do architektury RIAD". Sikora pokazuje też tło: w 1964 roku ZSRR opierał się wspólnemu ośrodkowi badawczemu RWPG w elektronice — zapewne z obawy przed dzieleniem się informacjami — a Rumunia w ogóle nie włączyła się do dyskusji. Delegacja polska w ZSRR oceniła w 1965 roku, że Związek Radziecki jest daleko za USA w zastosowaniach komputerów w zarządzaniu gospodarką. Pod koniec 1968 roku Polska miała 141 maszyn liczących — 121 do obliczeń numerycznych i 20 do przetwarzania danych, w większości importowanych. Polscy attaché handlowi i naukowi mieli zbierać informacje technologiczne kanałami jawnymi.

Polskim wkładem do Jednolitego Systemu były R-32 (EC-1032), zbudowana w 175 egzemplarzach w latach 1973–1986, i jej następczyni R-34, 106 sztuk w latach 1987–1991. Ich historię, łącznie z pokazem w Brnie w 1973 roku, na którym R-32 wypadła najlepiej, opowiadają **Elwro: od Odry do Juniora**, **Zjednoczenie Mera** i **Mainframe i z/OS**. W ESER-ze z Paderborn część drukarek i

perforatorów pochodziła z Polski, a w Małej Serii Polska dawała terminale; o nich niżej.

Systemy EC: ДОС EC, ОС EC, СВМ

Skoro maszyny miały uruchamiać programy IBM, musiały mieć systemy IBM. Przyjałkowski pisze, że EC-1 miał „cztery systemy operacyjne”, i poświęca rozdział siódmy dwóm z nich: ОС EC (Opieracionnaja sistiema JeS) i ДОС-3 EC, oraz trybowi SVS z pamięcią wirtualną. ДОС EC był według pochodnych rosyjskiej Wikipedii systemem jednozadaniowym, zwykle dla wczesnych i mniejszych modeli. ОС EC odpowiadał OS/360. Muzeum DataArt pisze wprost: maszyny „wyposażono w sklonowaną wersję systemu operacyjnego IBM OS/360”, a kierownikiem naukowym prac nad radzieckim systemem na bazie IBM był M.R. Szura-Bura, nagrodzony za to w 1978 roku Nagrodą Państwową ZSRR. Polecenia i nazwy pól pozostawały często po angielsku; dokumentacja ОС EC liczyła do początku lat 80. około stu tomów.

Najpopularniejszą wersją była ОС 6.1, rozwijana od 1978 roku i pokazana na wystawie maszyn EC i СМ na moskiewskiej WDNCh w 1979 roku; według Przyjałkowskiego działała na wszystkich maszynach EC-2. Pochodne rosyjskiej Wikipedii dodają rzeczy, których nie potwierdziłem w źródle pierwotnym, ale które dobrze tłumaczą, dlaczego kopia nie była martwa. IBM dostarczał znaczną część OS/360 w postaci kodu źródłowego, więc radzieccy programiści mogli poprawiać błędy i dopisywać funkcje — i późna ОС EC 6.1.9 miała być „znacznie stabilniejsza od oryginału OS/360 21.8”. Ostatnia generacja, ОС EC 7, „nie miała już bezpośredniego odpowiednika IBM”: połączono w niej СВМ (Sistiema wirtualnych maszin, odpowiednik IBM VM) z systemem БОС; nad ОС EC 7 pracowały instytuty НИИЭВМ i НИИАА.

Dat wydań poszczególnych wersji ДОС EC, ОС EC i СВМ nie ustaliłem z dokumentu pierwotnego. Wiadomo tyle, że system przyszedł z Zachodu jako kopia, a skończył jako gałąź rozwijana samodzielnie — podobnie jak sama rodzina maszyn, której ostatnie urządzenia nosiły oznaczenie EC jeszcze pod koniec lat 80.

Optyczno-mechaniczne urządzenie pamięci ЄС 5153 — prototyp z 1989 roku z kijowskiego Instytutu

Optyczno-mechaniczne urządzenie pamięci ЄС 5153 — prototyp z 1989 roku z kijowskiego Instytutu Problemów Rejestracji Informacji, dziś w Państwowym Muzeum Politechnicznym im. Borysa Patona w Kijowie. Nośnikiem był wymienny szklany cylinder ЄС 5353 o pojemności 200 MB, zapisywany od wewnątrz i zanurzony w cieczy; muzeum uważa to za pierwsze na świecie użycie cieczy immersyjnej w zapisie optycznym, czego nie sprawdziłem. Urządzenie obsługiwano spod MS-DOS-u, a nosiło jeszcze oznaczenie rodziny Jednolitego Systemu. Źródło: museum-digital (Kijów), CC BY-NC-SA, autor: Muzeum Politechniczne im. B. Patona, Kijów.

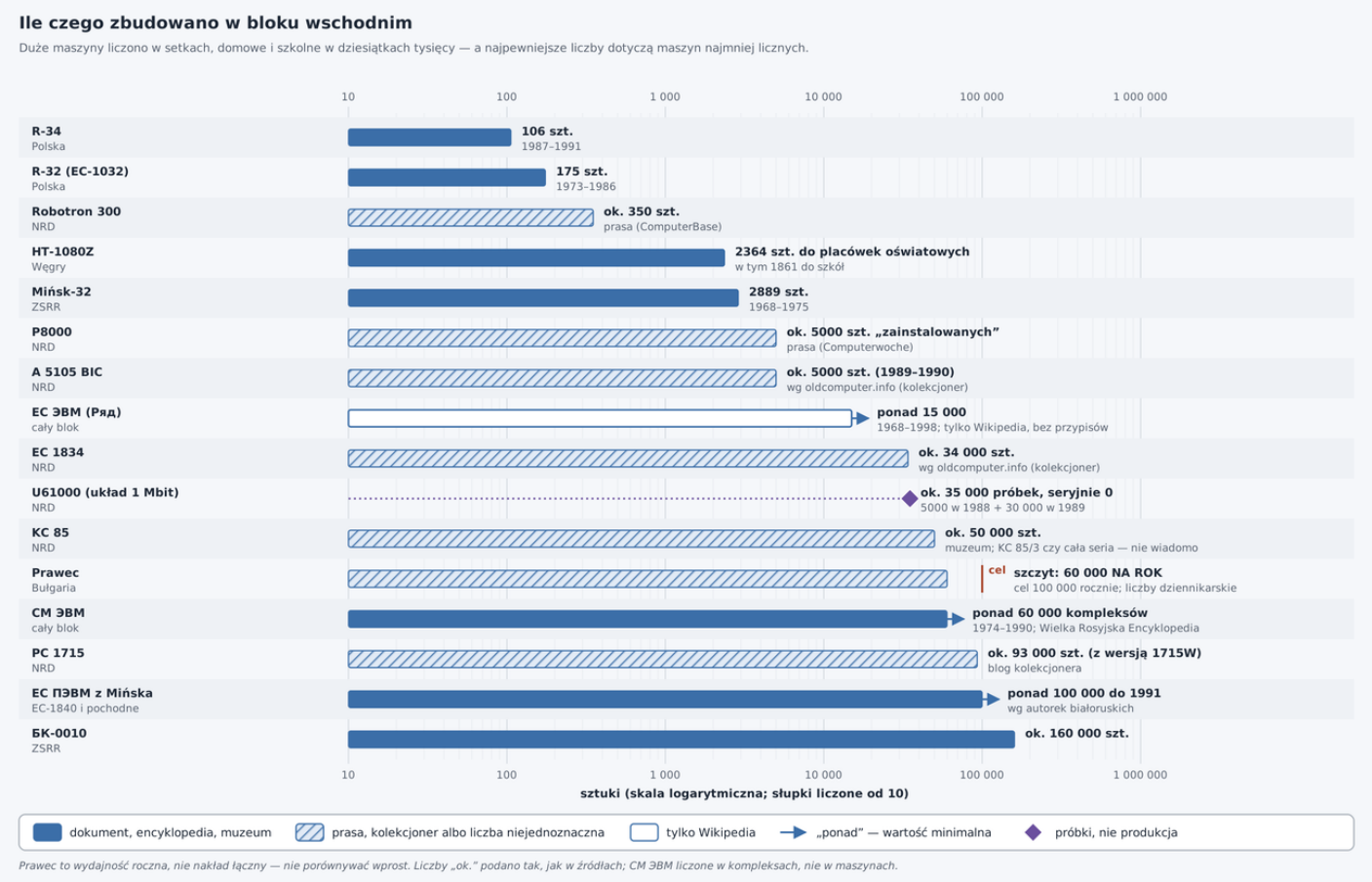
Ile tego było

Na pytanie, ile maszyn EC ЭВМ zbudowano, nie ma pewnej odpowiedzi. Herrmann pisze ogólnikowo, że modele Ряд budowano „w dziesiątkach tysięcy”, a angielska Wikipedia, bez przypisów, że w latach 1968–1998 wyprodukowano ponad 15 000 maszyn[8]. Najnowsze

opracowanie z tabelami produkcji — artykuł W.N. Zacharowa w „Вестник РАН” z 2025 roku — jest płatne i nie udało mi się go przeczytać.

Pewniej wiadomo, gdzie te maszyny powstawały. Białoruskie autorki I. i N. Bogdanowe piszą w 2025 roku, że mińskie zjednoczenie produkcyjne techniki obliczeniowej (od 1974 roku) „wypuszczało około 70% wszystkich EWM w Związku Radzieckim”, a Białoruś dała „ponad 70% parku uniwersalnych EWM” ZSRR od lat 60. do 90.; w Brześciu robiono EC-1020, EC-1022 i EC-1035. To perspektywa lokalna, ale zgadza się z liczbami Herrmanna o Mińsku-32. Ta sama mińska linia zrobiła potem komputery osobiste EC-1840 (projekt ukończony w 1986 roku) i pochodne — według autorek do 1991 roku powstało ich ponad 100 tysięcy.

Dla całego bloku liczby są rozrzucone na pięć rzędów wielkości — od kilkuset sztuk dużych maszyn do ponad stu tysięcy domowych komputerów — i pochodzą z bardzo różnych źródeł: od encyklopedii przez muzea po blogi kolekcjonerów. Zestawia je rysunek poniżej.



Rysunek 3. *Nakłady maszyn bloku wschodniego. Warto zauważyć, że duże maszyny liczono w setkach, a domowe i szkolne w dziesiątkach tysięcy — i że najpewniejsze liczby dotyczą maszyn najmniej licznych, a najmniej pewne tych, których było najwięcej.*

Mała Seria: CM ЭВМ, czyli PDP-11 i VAX bez nazwy

Wersja oficjalna

Druga wielka rodzina RWPG to System Małych Maszyn — СМ ЭВМ (Sistiema małych EWM), w Polsce SM. Wielka Rosyjska Encyklopedia opisuje ją tak: w 1974 roku Międzyrządowa Komisja do spraw współpracy krajów socjalistycznych w dziedzinie techniki obliczeniowej wyznaczyła moskiewski instytut ИНЭУМ na instytucję wiodącą, a głównym konstruktorem został B.N. Naumow. Uczestniczyły ZSRR, Bułgaria, Węgry, NRD, Kuba, Polska, Rumunia i Czechosłowacja — ponad 30 instytutów i zakładów. W latach 1974–1990 wypuszczono „ponad 60 tysięcy kompleksów obliczeniowych i sterujących СМ ЭВМ”. W 1981 roku Naumow dostał Nagrodę Państwową ZSRR, w 1983 roku przeszedł do nowego Instytutu Problemów Informatyki Akademii Nauk, a ИНЭУМ objął w 1984 roku N.L. Prochorow.

Encyklopedia wylicza linie. Szesnastobitowe maszyny na wspólnej szynie: СМ-3, СМ-4, СМ-1300 i СМ-1420; 22-bitowy СМ-1425 z magistralą МПИ; 32-bitowe СМ-1700 i СМ-1702. Osobna rodzina СМ-1800 to 26 modyfikacji z lat 1977–1990: najpierw ośmiobitowe na procesorze КР580 (klonie Intela 8080), potem szesnastobitowy СМ-1810 na odpowiedniku 8086 i wreszcie СМ-1820 z odpowiednikiem 80386, ukończony w 1990 roku. Datę seryjnej produkcji СМ-1810 źródła podają różnie[9]. Maszyny drugiej linii robiły kijowski „Электронмаш”, moskiewski „Энергоприбор” i wileńska „Sigma”; СМ-1800 — Kijów, Orzeł i tbiliska „Elva”.

Ciekawsze jest to, czego encyklopedia nie mówi. Nie pada w niej ani PDP-11, ani VAX, ani Hewlett-Packard. Zamiast tego jest mowa o „ciągłości” z radziecką rodziną ACBT-M i o sprzęganiu z maszynami EC. To dobry przykład języka, którym oficjalne źródła rosyjskie opisują tę historię do dziś: pierwowzory zachodnie się przemilcza, a mówi o zgodności i rozwoju.

Rodowód według Filinowa

E.N. Filinow w przeglądzie minikomputerów СМ z 2002 roku podaje rodowód zgodności po kolei: od radzieckiego М-400 z rodziny ACBT-M (nie mylić z polską Merą-400 z **CROOK i Mera-400**) wywodzą się СМ-3, СМ-4, СМ-1300 i СМ-1420; od М-5000 — СМ-1600; od М-6000 і М-7000 — СМ-1, СМ-2, М-1210 і СМ-1634; od maszyny „Мир” — СМ-1410. Systemy wymienione w jego zestawieniu to DOS, ФОБОС, ДИАМС, РАФОС, ДОС КП, ОС РВ, ДЕМОС і МОС ВП, a dla mikrokomputerów СМ-1800 — ДОС-1810, БОС-1810, ОС СФП, Микрос-86, Демос і МДОС. Filinow notuje też ciekawostki własnej konstrukcji: procesor Fouriera z Instytutu Radiotechniki i Elektroniki do obróbki radarowych obrazów Wenus i procesor symulacji logicznej, który przyspieszał obliczenia średnio „tysiąc razy”.

Strona **RSX-11: czas rzeczywisty na PDP-11** podaje za pochodną rosyjskiej Wikipedii resztę: CM-3 od 1978 roku, CM-4 od 1979 roku, produkowany w ZSRR, Bułgarii i na Węgrzech, CM-1420 od 1983 roku, CM-1425 od 1989 roku, a CM-1700 — odpowiednik VAX-a — w wileńskiej Sigmie w latach 1987–1990, w około 3000 egzemplarzy. Tam też jest to, co najważniejsze dla systemów: ОС РВ (Opieracionnaja sistiema rieal'nogo wriemieni) to „аналог RSX-11”, czyli RSX-11M pod inną nazwą, a ФОДОС, РАФОС і ФОБОС to odpowiedniki RT-11. Na polskich Merach-60 ten sam system nazywał się DOS RT-60, a w poradniku z 1985 roku ДОС РВ zapisano łacińskimi literami jako „DOC PB”. Zachodni pierwowzór dużych 32-bitowych maszyn, VAX z systemem VMS, opisuje **VMS i OpenVMS**.

Polska była w tej rodzinie dostawcą terminali: MERA 79xx pracowały przy CM-4, a MERA 9150 trafiła na węgierską pocztę. Strona **Zjednoczenie Mera** nie znalazła natomiast dowodu, że Mera produkowała same CM-4.

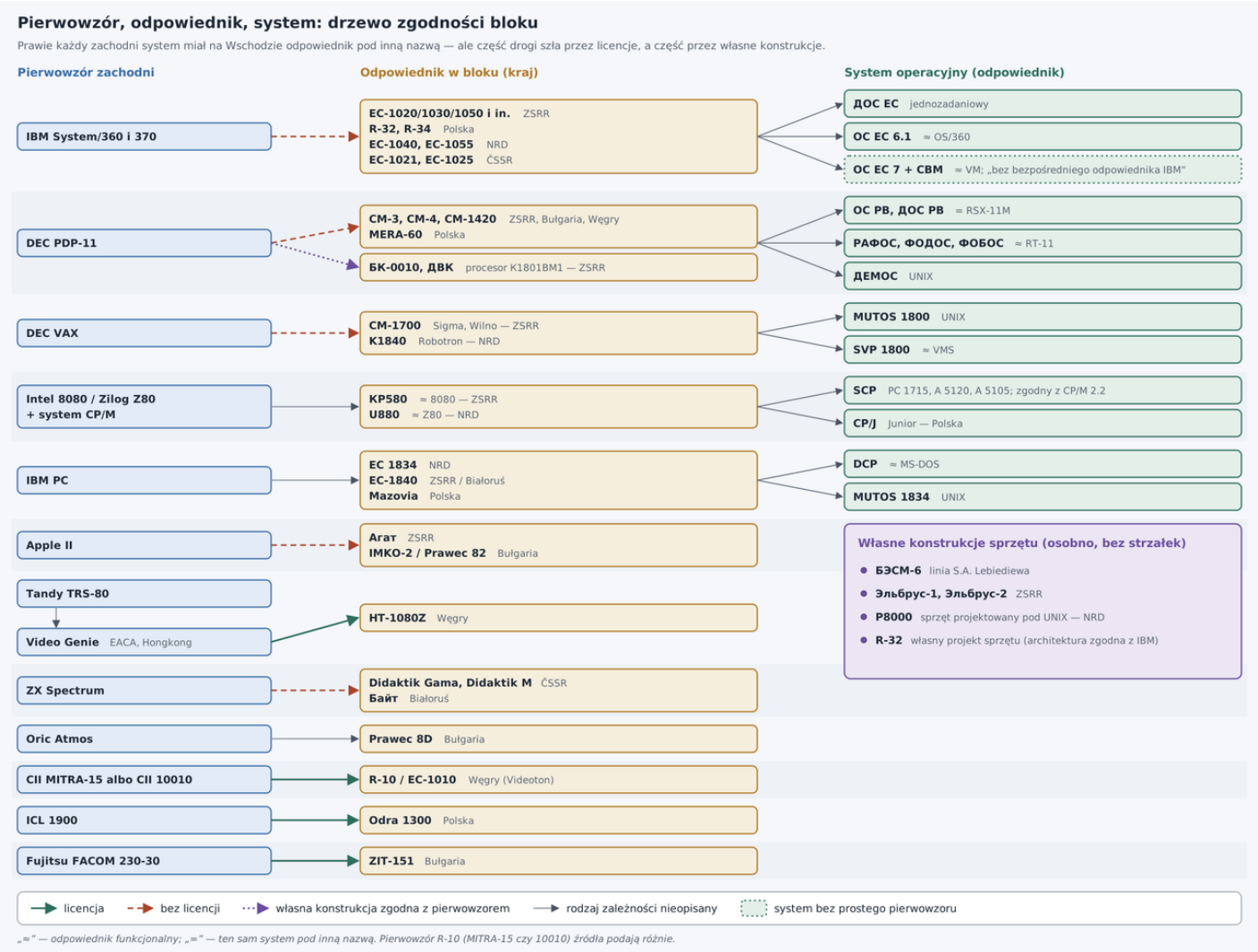
Napis na krzemie

Po drugiej stronie kurtyny dobrze wiedziano, kto kopiuje. W procesorze DEC CVAX (MicroVAX 3000, VAX 6200), w ścieżce cięcia płytki krzemowej, projektanci umieścili napis cyrylicą po rosyjsku. Bob Supnik — ten sam, który później napisał emulator SIMH — podaje jego znaczenie: „VAX — kiedy zależy ci na tym, żeby ukraść to, co najlepsze” (w oryginale: „when you care enough to steal the very best”). Zdanie wzięto z tabliczki na VAX-ie 11/780, który zdobyło wojsko radzieckie; adresatami byli radzieccy projektanci układów, kopiujący konstrukcje DEC-a. Zdjęcie napisu jest w kolekcji „Silicon Zoo” Uniwersytetu Stanowego Florydy — z zastrzeżonymi prawami, więc tylko odsyłam do niego w źródłach.

Ile maszyn zgodnych z DEC-iem pracowało w bloku, nikt nie policzył. DEC szacował w 1991 roku, że w samej NRD było ich 2000–3000 — zgodnych z VAX-em i PDP-11. NRD-owskim klonem VAX-a 11/780 był K1840 Robotronu z systemem MUTOS 1800 (odmianą UNIX-a), a obok niego istniał SVP 1800, wzorowany na VMS-ie.

Słowacki rozdział Małej Serii

Słowacki katalog wystawy „História vývoja a výroby počítačov na Slovensku” z Żyliny pokazuje, że Mała Seria miała także lokalne korzenie. RPP-16 rozwijano od 1965 roku w Instytucie Cybernetyki Technicznej Słowackiej Akademii Nauk w Bratysławie; w 1974 roku zakład Tesla Orava w Námestovie zbudował 10 egzemplarzy RPP-16S i 10 RPP-16M, a na targach w Berlinie pokazano go jako „pierwszy słowacki komputer 16-bitowy”. Od 1980 roku w Námestovie produkowano SM 4-20, zaprojektowany w Żylinie — według katalogu „najbardziej rozpowszechniony minikomputer w Czechosłowacji”, z systemami czasu rzeczywistego, BASIC-iem i FORTRAN-em. W 1984 roku żyliński instytut VÚVT zbudował SM 52/12V, 32-bitowy minikomputer z pamięcią wirtualną, który katalog nazywa pierwszym takim „w RWPG”; seryjnie produkowano go od 1986 roku. Tytuł pierwszeństwa jest sporny[10]. Katalog nie pisze, z którymi maszynami zachodnimi te konstrukcje były zgodne — i to też jest charakterystyczne.



Rysunek 4. *Drzewo zgodności bloku wschodniego. Warto zauważyć, że ciągłych strzałek — licencji — jest więcej, niż sugeruje obiegowa opowieść, i że prawie każdy zachodni system miał na Wschodzie odpowiednik pod inną nazwą, ale nie każdy odpowiednik był prostą kopią.*

UNIX za kurtyną: ДЕМОС, NRD i Relcom

УНАС, czyli „u nas”

Systemy IBM i DEC przyszły na Wschód z decyzji ministerialnych. UNIX przyszedł inaczej — przez ludzi, którzy zdobyli taśmę i postanowili coś z nią zrobić. Najwięcej o radzieckim UNIX-ie wiadomo z tekstu Arsenija Kamyszewa na Habrze z 2007 roku, który zbiera relacje uczestników. W latach 1982–1983 w Instytucie Kurczatowa, z udziałem specjalistów z innych instytutów, zaczęto prace nad radzieckim systemem typu UNIX — lokalizacją UNIX-a na krajowy sprzęt. Nieoficjalnie mówiono na niego „УНАС”: gra słów, w której UNIX czyta się jak „у них” (u nich), a własna wersja to „у нас”

(u nas). Oficjalna nazwa brzmiała ДЕМОС — „Диалоговая Единая Мобильная Операционная Система”, dialogowy jednolity mobilny system operacyjny; wymyślenie jej przypisuje się wykładowcy MIFI W.W. Wasilkowowi.

Równolegle w Instytucie Doskonalenia Kadr Ministerstwa Przemysłu Samochodowego (ИПК Минавтопрома) powstawał МНОС — „Машинно-Независимая Операционная Система”, system niezależny od maszyny. Zespoły się połączyły. ДЕМОС przeniesiono na СМ-4, potem na Электроника-1082, na Эльбрус i na maszyny ЕС — „na wszystko, co wtedy istniało w kraju”. Twórcy dostali Nagrodę Rady Ministrów ZSRR w dziedzinie nauki i techniki. Kamyszew wymienia ich z imienia: Wadim Antonow, Siergiej Leontjew, Dima Wołodin, Aleksiej Rudniew, Walera Bardin, Siergiej Anszukow, Aleksiej Dołbin, Leonid Jegoszin.

Encyklopedia internetowa Знание.Вики, pochodna rosyjskiej Wikipedii, dodaje, że „około 1983 roku kopie systemu UNIX pojawiły się w Moskwie”, że wersja 2.0 powstała w 1985 roku, nagrodę Rady Ministrów przyznano w 1988 roku, a projekt zamknięto na początku lat 90.; ДЕМОС działał między innymi na СМ-4 i СМ-1420. Na czym dokładnie go zbudowano, nie wiadomo[11] — nie ustaliłem, czy taśma, która przyszła do Moskwy, zawierała wersję 7, 2.9BSD czy 4.2BSD, ani jak tam trafiła. Ta sama encyklopedia ma w ramce absurdalną datę pierwszego wydania — 1970 rok — co dobrze pokazuje, dlaczego jej liczb nie biorę bez sprawdzenia.

W lutym 1989 roku specjaliści z ИПК Минавтопрома i Instytutu Kurczatowa założyli spółdzielnię „Демос” — jedną z pierwszych w Rosji w branży oprogramowania i sieci. Jej pierwszym produktem był system ДЕМОС. To ona, razem z Instytutem Kurczatowa, zbudowała pierwszą radziecką sieć.

NRD: taśma, której nikt nie umiał przeczytać

W NRD UNIX zaczął się od przypadku, który dobrze opisuje tekst dwóch pracowników Wydziału Informatyki Politechniki w Karl-Marx-Stadt (dziś Chemnitz), G. Fischera i M. Clausza, przetłumaczony na angielski i wysłany na Usenet w czerwcu 1990 roku przez Petera Lamba. Około 1982 roku na wydział „trafiła” taśma magnetyczna, której ich klon IBM nie umiał odczytać. Zrzut szesnastkowy pokazał tekst ASCII w blokach po 512 bajtów, w formacie tar — w środku był kompilator i odwołania do UNIX-a. Autorzy nazywają to „szczęśliwym trafem”. Mieli już książkę Kernighana i Ritchiego o języku C; kompilator C przetłumaczyli ręcznie na asembler PDP-11, a potem przenieśli pod IBM 360.

Dalej poszło szybko jak na warunki NRD. Z berlińskiego instytutu LfA przyszedł PSU — uniksopodobny podsystem działający pod OS/TSO, w kodzie EBCDIC. Pierwszym UNIX-em w NRD był system wsadowy napisany w asemblerze. Wydział miał dwa PDP-11/20 z UNIX-em w wersji 7, a potem około 30 terminali UNIX-a na następcy System/370 o wydajności 0,5 MIPS. Tam powstał VMX — port mniej więcej wersji 7 na /370, najpierw pod VM, potem samodzielny, z pełnymi źródłami i dokumentacją po niemiecku; trwały prace nad podniesieniem go do System V R3. Dokumentację pisano według X/OPEN i SVID przez NRD-owską grupę użytkowników UNIX-a. Tekst kończy się prośbą o autonomię badań i o dostęp do konferencji i sieci — w czerwcu 1990 roku brzmiała ona

jak manifest.

Computerwoche w lipcu 1990 roku opublikowała tekst człowieka, który do kwietnia tamtego roku kierował pracami nad UNIX-em w Centrum Techniki EAW w Berlinie. Zaczyna od zdania: „NRD była przez dziesięciolecia odcięta od rozwoju przetwarzania danych w świecie zachodnim”. Prace ruszyły w 1982 roku; najpierw miano części wersji 7, potem pierwsze taśmy BSD — przez kontakty w Budapeszcie, Leningradzie i Pradze albo wprost z Zachodu. Pracowały nad tym Akademia Nauk w Berlinie, LfA, Robotron w Dreźnie, EAW i uczelnie w Chemnitz, Halle, Lipsku i Ilmenau. W 1984 roku były prototypy — „odtworzone wstecznie” i pełne błędów.

P8000 i WEGA

Najważniejszym wynikiem tych prac był P8000 z zakładów EAW w Berlinie — 16-bitowy komputer na procesorze Z8000 (4 MHz) z 1 MB pamięci, dyskiem 40 MB, stacją dyskietek 720 KB i ośmioma portami V.24, z systemem WEGA zgodnym z UNIX System III. Prototypy powstały w 1984 roku, serię próbną zrobiono w 1985 roku, seryjnie produkowano go w latach 1986–1989, a produkcję zakończono w maju 1990 roku. Według Computerwoche zainstalowano łącznie 5000 egzemplarzy. Autor tekstu nazywa P8000 „jedynym przeznaczonym specjalnie dla UNIX-a systemem, jaki kiedykolwiek zbudowano w NRD, a nawet w całym bloku wschodnim” — co jest przesadą, bo w ZSRR ДЕМОС działał wtedy na CM-4, EC i Эльбрусach. Obronić da się węższą wersję: P8000 był jedynym znanym sprzętem projektowanym od początku pod UNIX-a. Z zachodnich systemów NRD znała jeszcze tylko SCO Xenix na importowanych komputerach AT.

Fischer i Clausz wspominają też MUTOS 1835 — port UNIX-a na zamówienie dla komputera Robotronu zgodnego z AT — i oceniają go krótko: „całość trzeba uznać za klapę”, bo maszyny nie wyprodukowano. To zgadza się z ComputerBase: EC 1835 pokazano na targach w Lipsku w 1990 roku w 20 prototypach, z DCP 3.30 i MUTOS 1835. Wiosną 1990 roku zakłady EAW zapowiedziały koniec uniksowej serii P 8000.

Kremvax: żart, który się spełnił

1 kwietnia 1984 roku na Usenecie ukazał się artykuł podpisany „K. Chernenko, Moscow, USSR”, który ogłaszał, że Związek Radziecki przyłącza się do sieci, z fikcyjnym węzłem szkieletowym „moskvax”. Autorem był Piet Beertema z amsterdamskiego CWI: sfałszował nagłówki i kierował odpowiedzi do własnej skrzynki. Wyjaśnił żart 15 kwietnia; jak wspomina, dostawał „poważne listy na ponad trzy strony”.

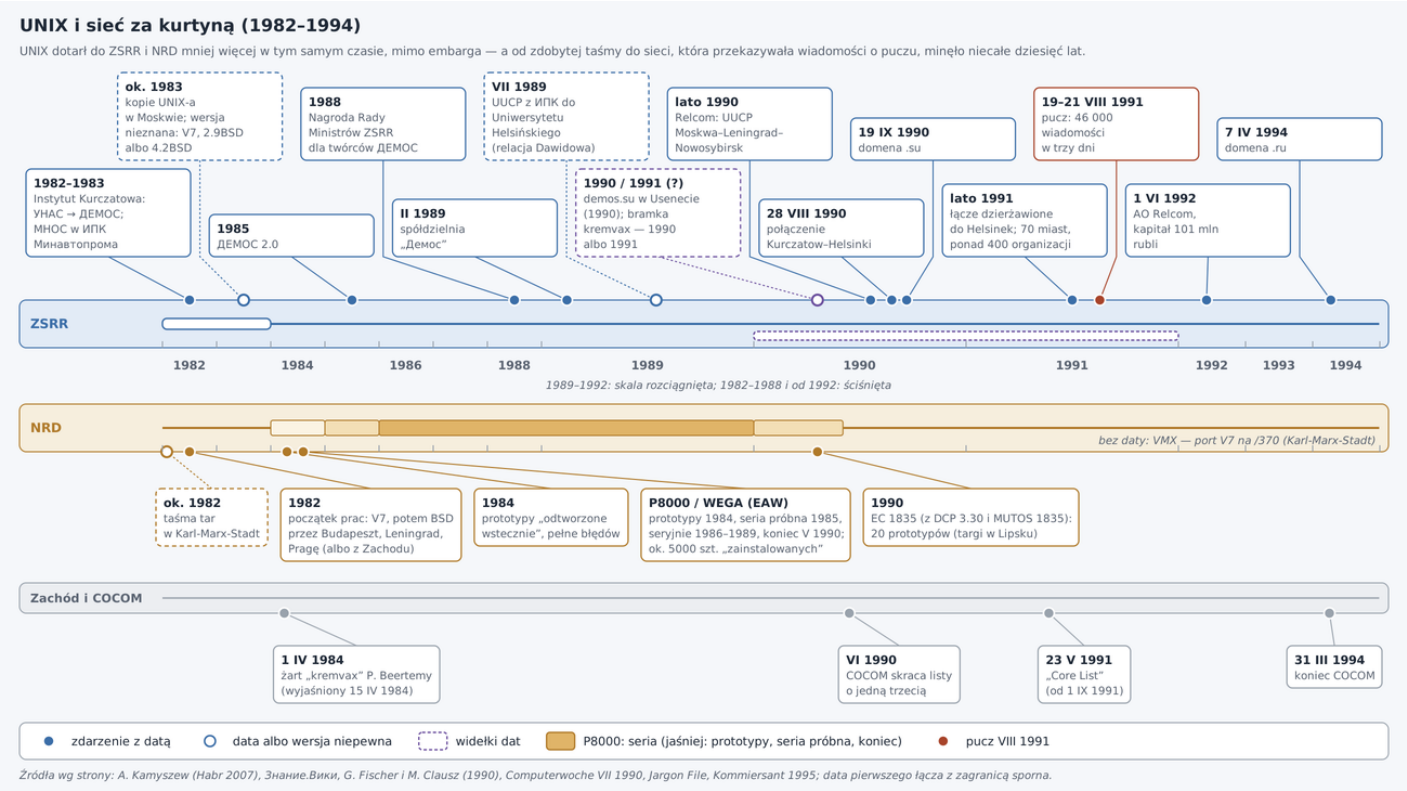
Sześć lat później żart przestał być żartem. Według Jargon File w 1990 roku do Usenetu dołączył pierwszy prawdziwy węzeł w Moskwie, demos.su; głównym autorem postów do połowy 1991 roku był Wadim Antonow. Część czytelników uznała posty z demos.su za kolejną mistyfikację, a Antonow żartował, że sam jest mistyfikacją. Bramka domeny dostała nazwę kremvax — według Beertemy „z jego oficjalnym błogosławieństwem”. Kiedy to się stało, źródła mówią różnie[12].

Relcom

Sieć, w której pracował kremvax, nazywała się Relcom — od „RELiable COMmunications”. Jej początek źródła datują różnie. Kamyszew, za relacją M. Dawidowa, pisze, że już w lipcu 1989 roku w katedrze ИПК Минавтопрома Antonow, Wołodin i Leo Tomberg z Tallina uruchomili pocztę wewnętrzną na UUCP z poprawionym przez Antonowa programem mailx, a potem zarejestrowali się na hoście Uniwersytetu Helsińskiego przez międzynarodowe połączenie telefoniczne. Inne źródła za pierwsze połączenie z zagranicą uznają 28 sierpnia 1990 roku[13]. Zgodnie podają, że sieć ruszyła latem 1990 roku w Instytucie Kurczatowa, na UUCP przez modemy analogowe, na trasie Moskwa–Leningrad–Nowosybirsk, i że 19 września 1990 roku Relcom i Demos zarejestrowały domenę .su. Pierwsze domeny w niej to kiae.su, demos.su i relcom.su.

Latem 1991 roku Relcom miał już łącze dzierżawione do Helsinek, węzły w 70 miastach i ponad 400 organizacji; w budynku Demosu pracowało 14 programistów, modemy miały 9600 b/s. Gdy 19 sierpnia 1991 roku zaczął się pucz, sieć — należąca już do europejskiego EUnetu — stała się kanałem, którym wiadomości z Moskwy szły na świat. Przez trzy dni Relcom przesłał 46 000 wiadomości. Antonow napisał na grupie talk.politics.soviet: „Widziałem czołgi na własne oczy”. Według Jargon File sieć UUCP skupiona wokół kremvaxa przekazywała dekrety Jelcyna i relacje świadków. Pucz upadł 21 sierpnia. Tę wersję wydarzeń spisali Andriej Sołdatow i Irina Borogan w książce „The Red Web” — warto pamiętać, że Andriej Sołdatow jest synem Aleksieja Sołdatowa, szefa Relcomu.

Kommiersant w 1995 roku opisał to samo bez patosu: „W 1990 roku stworzyli niewielką sieć o pretensjonalnej nazwie RelCom”. Pod koniec 1991 roku sieć stała się płatna, a 1 czerwca 1992 roku powstała spółka akcyjna Relcom z kapitałem 101 milionów rubli, której prezesem został A.A. Sołdatow; „ojcowie-założyciele”, Instytut Kurczatowa i Demos, dostali połowę akcji. Demos potem wypadł z grona założycieli, ale zachował znak towarowy. Około 120 niezależnych firm prowadziło węzły regionalne; w 1994 roku Relcom miał 2,5 miliona dolarów przychodu i trzeci rok bez zysku. W 1995 roku o duży pakiet jego akcji zabiegała FAPSI — służba wydzielona z VIII Zarządu KGB — a Sołdatow był jednocześnie doradcą jej dyrektora. O sierpniu 1991 roku powiedział gazecie: „Z »ósemki« do nas dzwonili, czegoś chcieli, ale twardych środków nie podjęli”. Domena .ru powstała 7 kwietnia 1994 roku.



Rysunek 5. *UNIX i sieć w bloku wschodnim. Warto zauważyć, że w obu krajach UNIX dotarł mniej więcej w tym samym czasie, około 1982–1983 roku, mimo embarga — i że droga od zdobytej taśmy do sieci, która w 1991 roku przekazywała wiadomości o puczu, trwała niecałe dziesięć lat.*

NRD: Robotron

Kombinat

VEB Kombinat Robotron powstał 1 kwietnia 1969 roku w Dreźnie z jednostki, która od 1964 roku nazywała się VVB Datenverarbeitungs- und Büromaschinen, a wcześniej VVB Büromaschinen. Przetrwał do 1 lipca 1990 roku. Pod koniec składał się — źródła podają — z 21 albo 22 zakładów[14], miał części w 64 innych miejscowościach NRD oraz biura sprzedaży i serwisu w 28 krajach; w RWPG był „numerem jeden w elektronicznym przetwarzaniu danych”. Robotron nie wziął się znikąd: jego zakład w Karl-Marx-Stadt, Buchungsmaschinenwerk, robił mechaniczne maszyny liczące od 1921 do 1983 roku, pod markami kolejno Astra, Ascota, Daro i Robotron — ostatnia maszyna licząca NRD, Ascota 314, wyszła stamtąd.

Pierwszą dużą maszyną pod tą marką był Robotron 300, opracowany w latach 1963–1968 przez ELREMĘ i budowany w zakładach Rafena w Radebergu: 18 500 tranzystorów, 43 000 diod, zegar 100 kHz, około 3000–5000 operacji na sekundę, 45 szaf, 6 ton, 35 metrów kwadratowych. Zbudowano około 350 egzemplarzy po 3 miliony marek. Portal Inventing Europe pisze, że R 300 był „pierwszą maszyną opartą na architekturze IBM, a konkretnie na modelu 360/40”, ale opis techniczny pokazuje tranzystorową maszynę drugiej generacji, konstrukcję sprzed System/360 i o

rzędy wielkości wolniejszą[15]. Ten sam portal podaje rzecz bardziej wiarygodną: Robotron robił procesor EC 2640 do maszyny EC-1040.

A 5120: komputer biurowy

W latach 80. Robotron zszedł z mainframe’ów na biurka. A 5120 z Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt Heinz Nixdorf MuseumsForum nazywa „pierwszym komputerem biurowym NRD”. Jego obudowę zaprojektowała w 1980 roku Antje Erkmann; produkcja ruszyła — źródła podają — w 1980 albo w 1982 roku[16]. Zestaw składał się z komputera, drukarki igłowej K 6314, jednostki zapisu i odczytu dyskietek K 6501 i klawiatury i ważył ponad 30 kilogramów[17]. W środku pracowały dwa procesory U880 — NRD-owskie klony Z80: jeden ogólny, drugi jako procesor DMA do wymiany danych ze stacjami ośmiocalowymi. A 5120 służył jako komputer biurowy, terminal, stacja pomiarowa, sterownik maszyn i urządzenie do konwersji danych. Od 1982 roku sprzedawano go tylko firmom i instytucjom, po 25 000–75 000 marek; wersja A 5120.16 z 1986 roku miała pamięć powiększoną z 16 do 256 KB. Systemem był SCP, a bazą danych — Redabas, kopia dBASE II.

Robotron A 5120 w Industriemuseum Chemnitz — komputer biurowy z Karl-Marx-Stadt, produkowan

Robotron A 5120 w Industriemuseum Chemnitz — komputer biurowy z Karl-Marx-Stadt, produkowany w latach 80. w zestawie z drukarką igłową, jednostką dyskietek K 6501 i klawiaturą. Miał dwa procesory U880, NRD-owskie klony Z80, i działał pod systemem SCP zgodnym z CP/M.

Źródło: museum-digital (Industriemuseum Chemnitz), CC BY-NC-SA, autor: Marion Kaiser / Industriemuseum Chemnitz.

A 5120 w zbiorach GRASSI Museum für Angewandte Kunst w Lipsku — muzeum sztuki użytkowej prz

A 5120 w zbiorach GRASSI Museum für Angewandte Kunst w Lipsku — muzeum sztuki użytkowej przechowuje go jako przykład wzornictwa: obudowę zaprojektowała w 1980 roku Antje Erkmann. Komputer biurowy NRD trafił do kolekcji designu, co dużo mówi o tym, jak się go dziś postrzega.

Źródło: museum-digital (GRASSI Museum Leipzig), CC BY-NC-SA, autor: Christoph Sandig / GRASSI Museum Leipzig.

PC 1715 i SCP

Jednym z najlepiej sprzedających się komputerów NRD był PC 1715 z zakładów Robotronu w Sömmerdzie, produkowany od około 1985 roku, od 1987 roku także w wersji 1715W. Kolekcjoner Juergen („The Homecomputer Guy”) podaje cenę początkowo około 19 000 marek NRD, potem około 15 600, i łączny nakład około 93 000 sztuk razem z 1715W — to liczby z blogu, nie z dokumentu. Muzeum w Sömmerdzie datuje seryjną produkcję na lata 1985–1989, a Computermuseum HTW w Berlinie dodaje, że oficjalnie najpierw sprzedawano go jako „maszynę księgującą”, a jego egzemplarz ma importowane stacje dyskietek Mitsubishi.

Pod względem oprogramowania PC 1715 był maszyną CP/M bez tej nazwy. Procesor U880 to klon Z80, system SCP (Single User Control Program) albo CP/A był zgodny z CP/M 2.2, edytor TP był klonem WordStara, a ReDaBaS — kopią dBASE II. Juergen pisze wprost: „Tego komputera nie dałoby się nigdy sprzedać na Zachodzie, choćby z powodu naruszeń licencji i patentów”. Na eksport do krajów bloku montowano EPROM z drugim zestawem znaków — cyrylicą. Zachodni pierwowzór tych systemów opisuje strona **CP/M i Digital Research**.

Robotron PC 1715 Typ 231 z 1986 roku w Historisch-Technisches Museum Sömmerda, w mieście, w

Robotron PC 1715 Typ 231 z 1986 roku w Historisch-Technisches Museum Sömmerda, w mieście, w którym go zaprojektowano i produkowano w latach 1985–1989. Jeden z najlepiej sprzedających się komputerów NRD, na klonie Z80 i z systemem SCP zgodnym z CP/M 2.2; oficjalnie zaczynał jako maszyna księgująca. Źródło: museum-digital (Sömmerda), CC BY-NC-SA, autor: Stephan Jäger / Historisch-Technisches Museum Sömmerda.

KC: komputery „małe”

Komputer domowy w NRD formalnie istniał, ale w domach był rzadkością. Z 9001 z drezdeńskiego zakładu Robotron-Messelektronik „Otto Schön”, sprzedawany od 1983 albo 1984 roku[18], w 1985 roku przemianowano na KC 85/1, a w 1987 roku jego następcę nazwano KC 87. Miał Z80 (U880) 2,5 MHz, 16 KB pamięci na radzieckich układach K565РУ6, wyjście na telewizor i magnetofon, a BASIC wczytywało się z modułu albo z kasety — wbudował go dopiero KC 87. KC to skrót od „Kleincomputer”, mały komputer.

Równolegle zakłady Mikroelektronik „Wilhelm Pieck” w Mühlhausen zrobiły HC 900, komputer domowy z 1984 roku, wkrótce przemianowany na KC 85/2, a po nim KC 85/3 (1986–1990) i KC 85/4 (od 1988 roku) z systemem CAOS („Cassette Aided Operating System”) w pamięci stałej. Computerspielemuseum w Berlinie nazywa serię z Mühlhausen „główną linią sukcesu” NRD i podaje około 50 000 wyprodukowanych egzemplarzy — nie jest jasne, czy chodzi o KC 85/3, czy o całą serię. Konstrukcję „domową” trudno było produkować masowo, więc KC trafiały głównie do szkół, biur, przemysłu i placówek czasu wolnego, a nie do zwykłego handlu. Oficjalne kasety z grami — po pięć gier — kosztowały około 40 marek.

KC 85/4 w Computerspielemuseum w Berlinie, datowany przez muzeum na 1987 rok, z serii zakładó

KC 85/4 w Computerspielemuseum w Berlinie, datowany przez muzeum na 1987 rok, z serii zakładów w Mühlhausen, którą muzeum nazywa główną linią sukcesu NRD. Mimo nazwy „komputer domowy” KC trafiały głównie do szkół, biur i placówek czasu wolnego; system CAOS siedział w pamięci stałej, a oficjalna kaseta z pięcioma grami kosztowała około 40 marek. Źródło: museum-digital (Computerspielemuseum Berlin), CC BY-SA, autor: Computerspielemuseum Berlin.

KC 85/1.10, czyli dawny Z 9001 z drezdeńskiego zakładu Robotron-Messelektronik „Otto Schön”, w Z

KC 85/1.10, czyli dawny Z 9001 z drezdeńskiego zakładu Robotron-Messelektronik „Otto Schön”, w ZCOM Zuse-Computer-Museum w Hoyerswerdzie. Klon Z80, wyjście na telewizor, kaseta zamiast

dysku i brak wbudowanego BASIC-a — ten dodano dopiero w następcy, KC 87. Źródło: museum-digital (ZCOM), CC0, autor: ZCOM Zuse-Computer-Museum.

Ostatnim komputerem szkolnym NRD był A 5105 „BIC” (Bildungscomputer), produkowany od połowy 1989 do kwietnia 1990 roku — według kolekcjonerskiego serwisu oldcomputer.info w około 5000 egzemplarzy, głównie dla szkół; część sprzedano później pod nazwą „ALBA PC”. Miał Z80 3,75 MHz, 64 KB pamięci, 128 KB pamięci obrazu i BASIC w 48 KB, a pod systemem SCP był zgodny z CP/M.

A 5105 „BIC” z kolekcji oldcomputer.info — komputer szkolny NRD, produkowany od połowy 1989 d

A 5105 „BIC” z kolekcji oldcomputer.info — komputer szkolny NRD, produkowany od połowy 1989 do kwietnia 1990 roku w około 5000 sztuk. Zdążył trafić do szkół na kilka miesięcy przed końcem państwa, dla którego go zbudowano. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

Szesnaście bitów: A 7100, A 7150 i EC 1834

Szesnastobitowe komputery Robotronu pokazują paradoks embarga. A 7100 (1986) i A 7150 (1988) z zakładów Robotron-Elektronik w Dreźnie pracowały na procesorach 8086 — produkcji zachodnioniemieckiego Siemensa. W A 7100 dział marketingu twierdził, że to „radziecki odpowiednik”; A 7150 miał pierwotnie procesor radziecki, a potem Siemensa razem z koprocesorem 8087. Obie maszyny miały szynę Multibus, a zgodność z PC osiągały przez emulację programową; A 7150 służył jako stacja CAD z dyskiem 20 MB. Systemy: DCP 1700 podobny do DOS-u, CP/K podobny do CP/M-86, uniksopodobny MUTOS 1700 i wariant Windows 3.0.

Robotron A 7150 z kolekcji oldcomputer.info — stacja CAD z Drezna z 1988 roku, z dyskiem 20 MB i

Robotron A 7150 z kolekcji oldcomputer.info — stacja CAD z Drezna z 1988 roku, z dyskiem 20 MB i dziewięcioma płytami w środku. Pracowała na procesorze 8086 produkcji Siemensa, choć jej poprzednik reklamowano jako maszynę z radzieckim odpowiednikiem. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

Najbliżej IBM PC był EC 1834 — „ЕС ПЭВМ”, czyli Jednolity System przeniesiony na komputery osobiste. Pokazany w 1986 roku, projektowany w Sömmerdzie, produkowany tam i w Karl-Marx-Stadt, miał procesor 8086 Siemensa taktowany 4,91 MHz, 640 KB pamięci, do czterech dysków po 40 MB i kartę graficzną COL na NRD-owskim układzie U82720 (klonie NEC µPD7220) — do 640×480 punktów, 16 z 4096 kolorów, ale nie VGA. Złącza rozszerzeń były trzyrzędowe, niestandardowe. Systemy: DCP 3.3, „funkcjonalny klon DOS-u”, uniksopodobny MUTOS 1834 i zmodyfikowany Windows 3.0. Kolekcjonerski serwis oldcomputer.info podaje, że zbudowano około 34 000 sztuk; dokumentu z tą liczbą nie znalazłem. Następcę zgodnego z AT zaprojektowano w 1988 roku i najpewniej skończyło się na prototypach — zapewne chodzi o EC 1835 z targów lipskich 1990 roku.

Robotron EC 1834 z 1986 roku w Heinz Nixdorf MuseumsForum. Muzeum chwali go za dwie karty gr

Robotron EC 1834 z 1986 roku w Heinz Nixdorf MuseumsForum. Muzeum chwali go za dwie karty graficzne pracujące jednocześnie i nazywa „technologicznym sukcesem", ale odnotowuje też, że części często odpadały albo się wypaczały, a w wielu sprawach był „krokiem wstecz". W środku — procesor 8086 Siemensa i system DCP, funkcjonalny klon DOS-u. Źródło: museum-digital (HNF), CC BY-NC-SA, autor: Heinz Nixdorf MuseumsForum.

Polski odpowiednik tej linii — Mazovię z kodowaniem znaków, które przeżyło sam komputer — opisuje strona **MS-DOS**. Skąd NRD brała procesory Siemensa w czasach COCOM-u — przez import poza kontrolą czy mimo niej — z zebranych źródeł nie wynika.

Megabit dla Honeckera

12 września 1988 roku w budynku Rady Państwa w Berlinie Erichowi Honeckerowi pokazano U61000 — NRD-owski układ pamięci o pojemności 1 megabita (CMOS 1,2 µm, około 84 mm², obudowa DIL-18). Projekt „Mikron" prowadził drezdeński Forschungszentrum Mikroelektronik (ZMD); trwał trzy lata i zatrudniał około 59 000 osób w 22 przedsiębiorstwach. Pierwsze próbki powstały 10 sierpnia 1988 roku. Chip wręczał kombinat Carl Zeiss Jena — DDR Museum przypisuje to Zeissowi, ComputerBase opisuje ZMD jako wykonawcę projektu; jak oba podmioty były ze sobą związane, nie sprawdziłem.

ComputerBase opisuje też kulisy, które przeszły do legendy: Honecker dostał w szklanej piramidzie inny, niedziałający element; działający chip zatrzymano, a pracownicy losowali, kto zabierze atrapę do domu. Honeckerowi przypisuje się przy tej okazji zdanie „Socjalizmu w jego biegu nie zatrzyma ani wół, ani osioł" — niepotwierdzone. W 1988 roku zrobiono około 5000 próbek, w 1989 — 30 000, przy uzysku około 20%. Produkcja seryjna, planowana najpóźniej na 1990 rok, nigdy nie ruszyła. Koszt jednego układu źródła podają jako stokrotność ceny zachodniego odpowiednika[19]; DDR Museum dodaje, że władze stawiały na szpiegostwo przemysłowe i „topiły miliardy w badaniach".

Koniec Robotronu

Computerwoche w styczniu 1991 roku, za studium Klausa Krakata i IDC, podała liczby z chwili upadku. Pod koniec 1989 roku około 85% komputerów używanych w NRD pochodziło z produkcji krajowej, z tego około 80% z Robotronu, który obsługiwał też 30% rynku oprogramowania. Park NRD liczył około 574 mainframe'ów o łącznej mocy 236 MIPS, około 100 000 komputerów osobistych i biurowych oraz 2054 minikomputery. Na wiosennych targach w Lipsku w 1990 roku Robotron miał około 68 000 pracowników, a dyrektor Friedrich Wokurka planował spółkę akcyjną z córkami; do unii walutowej 1 lipca 1990 roku kombinat rozpadł się na 27 częściowo konkurujących firm, a Wokurka odszedł.

Klientów nie trzeba było długo przekonywać. Wiele firm anulowało zamówienia już wiosną 1990 roku: komputery Robotronu były „technologicznie przestarzałe, awaryjne" i sprzedawane po cenach „dotąd więcej niż zawyżonych". Kombinat Automatisierungsanlagenbau wstrzymał wiosną

1990 roku system ICA-7000. Zachód wszedł szybko: SAP i Siemens założyły z Robotron Projekt Dresden spółkę SRS Dresden, Siemens uruchomił licencyjną produkcję w Computer Elektronik Dresden (MS-DOS, Sinix, BS2000), IBM w październiku 1990 roku zawiązał joint venture z Robotron Ascota, a jego IBM 4381 i AS/400 liczyły wybory do Izby Ludowej 18 marca 1990 roku. Krakat zauważał, że zgodność ESER z IBM 360/370 była zamierzona, że Stasi pomagała w nielegalnym transferze sprzętu i oprogramowania i że NRD podlegała embargu COCOM do lata 1990 roku, a zniesiono je całkowicie wraz ze zjednoczeniem. Werdykt był bezlitosny: „żaden z komputerów produkowanych do końca w Kombinacie Robotron nie będzie miał nigdy szansy”.

Mimo to nazwa przetrwała. 23 sierpnia 1990 roku 26 pracowników i 9 wspólników założyło w Dreźnie przez wykup menedżerski Robotron Datenbank-Software GmbH; w 2020 roku firma zatrudniała ponad 554 osoby i miała spółki w Czechach, Szwajcarii i Nowej Zelandii. W 2026 roku marka Robotron żyje jako firma programistyczna.

Czechosłowacja, Węgry, Bułgaria

Czechosłowacja: PMD 85 i Didaktik

Poza dużymi maszynami EC-1021 i EC-1025 oraz minikomputerami SMEP Czechosłowacja zrobiła własne komputery szkolne. PMD 85 zbudował zespół inżyniera Romana Kišša, a produkowały go zakłady Tesla Piešťany w latach 1985–1989. Był następcą mniej udanych PMD 81 i 83, które zawiodły ceną, brakiem programów i wydajnością. Miał procesor 8080 (2 MHz), 48 albo 64 KB pamięci i grafikę 288×256 w czterech kolorach; oprogramowaniem były Monitor, BASIC i Pascal. Model 85-1 miał klawiaturę jak telefoniczna, potem przyszły 85-2, 85-2A z 64 KB i 85-3. PMD 85 stał głównie w szkołach słowackich, gdzie uczono na nim także automatyki i sterowania maszynami; w Czechach do nauki informatyki używano przede wszystkim IQ 151. Klony PMD robiła w Skalicy firma Didaktik — modele Alfa i Beta.

PMD 85-3 z kolekcji oldcomputer.info — słowacki komputer szkolny z zakładów Tesla Piešťany, ostat

PMD 85-3 z kolekcji oldcomputer.info — słowacki komputer szkolny z zakładów Tesla Piešťany, ostatni model serii produkowanej w latach 1985–1989. Procesor 8080, grafika w czterech kolorach; na takich maszynach słowackie szkoły uczyły także automatyki i sterowania maszynami. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

Ta sama Didaktik Skalica, producent pomocy dydaktycznych, zrobiła w latach 1987–1992 Didaktika Gamę — klon ZX Spectrum z procesorem Z80A 3,5 MHz i 80 KB pamięci, choć z szyną nie w pełni zgodną. Historia jego wersji jest małym podręcznikiem klonowania: Gama ’87 miała błędy w zgodności, w Gamie ’88 inżynierowie celowo odtworzyli błędy oryginalnego Spectrum, żeby gry działały, a Gama ’89 przyniosła poprawki. Didaktik M (1990–1992) miał Z80 4 MHz, a zamiast układu ULA — układ radzieckiego Angstremu; był droższy od Delty, klonu ZX Spectrum+. Klony Spectrum w całym bloku opisuje strona **ZX Spectrum i Timex**.

Didaktik Gama z kolekcji oldcomputer.info — czechosłowacki klon ZX Spectrum ze Skalicy, produkov

Didaktik Gama z kolekcji oldcomputer.info — czechosłowacki klon ZX Spectrum ze Skalicy, produkowany w latach 1987–1992. W wersji z 1988 roku konstruktorzy celowo powtórzyli błędy oryginalnego Spectrum, bo bez nich część gier nie chciała działać. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

O SAPI-1, ADT, Ondrze i IQ 151 nie mam źródła poza Wikipedią, więc tylko je wymieniam.

Węgry: szkoła na licencji z Hongkongu

Węgry poszły drogą, która najmniej pasuje do obiegowej opowieści. Program komputerów szkolnych opisali w 2023 roku Dezső Sima i Márta Kőrösné Mikis na forum historii informatyki NJSZT. W latach 1981–1982 ministerstwo sprowadziło 112 szwedzkich komputerów ABC-80. W styczniu 1982 roku konkurs TII wygrał HT-1080Z spółdzielni Híradástechnika Szövetkezet — do konkursu zgłosiło się pięć firm węgierskich i osiem zagranicznych. Podstawą była licencja na Video Genie hongkońskiej firmy EACA, czyli klon Tandy TRS-80 Model I: Z80, 16, a potem 64 KB pamięci i 12 KB BASIC-a Microsoftu w pamięci stałej. Oryginalny Video Genie nie miał znaków z akcentami, więc je dodano. Zestaw z telewizorem kosztował 58 000 forintów. W pierwszej połowie 1983 roku do szkół trafiło 820 maszyn, w drugiej — 600, w marcu 1984 roku kolejne; łącznie 2364 HT-1080Z poszły do placówek oświatowych, z tego 1861 do szkół.

Drugi konkurs, ogłoszony w październiku 1985 roku i rozstrzygnięty w marcu 1986 roku, wyłonił dla szkół średnich Pro Primo firmy Microkey, TV Computer Videotonu i HT-3080C, a dla podstawowych — maszynę Commodore, TV Computer i Pro Primo[20]. Od 1986 roku szkoły same wybierały sprzęt. Węgierska szkoła uczyła więc na licencji z Hongkongu i na zachodnim Commodore, a nie na radzieckich klonach — to dokładne przeciwieństwo drogi NRD i ZSRR.

Bułgaria: pamięci, licencje i Prawec

Bułgaria weszła w erę komputerów 14 sierpnia 1963 roku, gdy w Instytucie Matematyki Bułgarskiej Akademii Nauk uruchomiono „Witoszę” — maszynę z pamięcią 4096 słów, zbudowaną z około 200 modułów („szasi”) i zajmującą 4 na 2 metry, pokazaną w tym samym miesiącu na wystawie bułgarskiej w Moskwie; w zespole był między innymi Błagowest Sendow. W RWPG kraj „specjalizował się w technice obliczeniowej”. Według wirtualnego muzeum Antona Orusza, którego treść przytacza Radio Bułgaria, w latach 1969–1970 państwowy IZOT zbudował dla zobowiązań RWPG siedem fabryk: pamięci w Wielkim Tyrnowie i Płowdiwie, sprzętu niestandardowego w Szumenie, peryferiów w Starej Zagorze, głowic magnetycznych w Razłogu, „Mechatronikę” w Gabrowie i główną Fabrykę Sprzętu Obliczeniowego w Sofii. Jeden napęd dysków dla programów RWPG ważył 100–200 kilogramów. Pierwszy bułgarski komputer seryjny, ZIT-151, był licencją japońskiej maszyny Fujitsu FACOM 230-30. Bułgaria eksportowała komputery także do Afryki i Indii.

Najbardziej znany bułgarski komputer to Prawec — i tu źródła są głównie dziennikarskie. IMKO-1 rozwijano od 1979 roku w sofijskim Instytucie Cybernetyki Technicznej i Robotyki w zespole Iwana

Marangozowa, absolwenta Politechniki Sofijskiej, z zamiłowania flecisty, którego partia uznała za „politycznie niepewnego”. Był to klon Apple II Plus z cyrylicą — 1 MHz, 48 KB, port kasetowy — zbudowany w około 50 egzemplarzach; mógł sterować ramieniem robota ROBKO-1. Stacji dyskietek nie miał, bo Bułgaria nie umiała jej zrobić. Część bułgarskich entuzjastów odrzuca zarzut kopiowania i woli słowo „analog”.

Następca, IMKO-2 z 1982 roku, zamówiony przez ministerstwo oświaty dla szkół, powstał w Sofii w około 300 egzemplarzach eksperymentalnych, a potem trafił do masowej produkcji w Prawcu — rodzinnym mieście Todora Żiwkowa — jako Prawec 82. Na jakim modelu Apple go wzorowano, źródła mówią różnie[21]. Żiwkow chciał, by Bułgaria była „Japonią Bałkanów”; „tysiące” Prawców stanęły w szkołach i klubach komputerowych w całym kraju. Szczyt produkcji to 60 000 komputerów rocznie przy celu 100 000. Prawec 8D (1985–1992) był klonem Oric Atmos. Często powtarzana liczba, że pod koniec lat 80. Bułgaria dawała około 40% wszystkich komputerów RWPG, pochodzi z tekstów dziennikarskich bez źródła. Marangozow zostawił zdanie, które dobrze streszcza jego ambicję: „Komputer to pewien styl i sposób myślenia, działania, podchodzenia do problemów”. Marka Prawec wróciła w 2013 roku — około 1000 testowych laptopów złożonych z tajwańskich części.

ZSRR: mikrokomputery dla szkół i domów

БК-0010

Rosyjskie Wirtualne Muzeum Komputerów nazywa БК-0010 „pierwszym krajowym komputerem domowym”. Zaprojektował go zelenogradzki instytut NII TT, głównymi konstruktorami byli A.N. Połosin i S.M. Kosienkow, a produkował zakład „Экситон” w Pawłowskim Posadzie. Pierwsze egzemplarze powstały w 1983 roku, sprzedaż ruszyła w połowie 1984 roku za cenę mniej więcej kolorowego telewizora[22]. W środku był procesor K1801BM1 zgodny z listą rozkazów PDP-11, 3 MHz, 32 KB pamięci i 24 KB ROM; wersja БК-0010-01 z 1986 roku miała w pamięci stałej Vilnius BASIC. Zbudowano łącznie około 160 000 sztuk, a gier napisano ponad 800, w asemblerze. Stacja dyskietek kosztowała 1500–2000 rubli — często więcej niż sam komputer. Na tym samym procesorze pracował ДВК-1, z rodziny ДВК (dialogowe kompleksy obliczeniowe).

Muzeum wylicza pięć najpopularniejszych rodzin radzieckich mikrokomputerów: zgodne z IBM PC, zgodne ze Spectrum, БК, УКНЦ i ДВК; wcześniej była jeszcze Искра-1256, produkowana od 1979 roku. W 1984 roku zapadła decyzja o obowiązkowej informatyce w szkołach i okazało się, że „tylko do wyposażenia szkół potrzeba ponad miliona EWM”. 23 stycznia 1986 roku KC KPZR i Rada Ministrów ZSRR przyjęły uchwałę nr 158-57 „O stworzeniu i rozwoju produkcji komputerów osobistych w ZSRR”.

Агат

Агат uchodzi za radziecki Apple II i tak go przedstawiono na Zachodzie: w listopadzie 1984 roku „Byte” opublikował tekst chirurga okulisty Leo D. Boresa — pierwszą zachodnią recenzję radzieckiego komputera osobistego — pod redakcyjnym tytułem „AGAT: A Soviet Apple II Computer — The Russians first microcomputer is a bad copy of the Apple”, ostrzejszym niż ocena samego autora. Muzeum Politechniczne w Moskwie, które ma prototyp Агата w wiśniowoczerwonej obudowie, opisuje go inaczej: jako „dalekiego krewnego Apple II”, w którego seryjnych egzemplarzach wspólny z Apple był tylko procesor 6502 — najpierw próbowano radzieckiego odpowiednika, potem importowano procesory z Tajwanu, czasem z Indii i Bułgarii. Агат miał tryb tekstowy z 16 kolorami dla każdego znaku (Apple II — monochromatyczny) i grafikę 256×256 z pełną rozdzielczością koloru.

Agaty stały w szkolnych pracowniach w całym ZSRR, w niektórych regionach do początku lat 2000.; napisano na nie około 200 radzieckich gier, a Агат-9 uruchamiał także gry z Apple II. Radziecka prasa skarżyła się na lutowanie, zawodne stacje dyskietek i egzemplarze niesprawne zaraz po dostawie. Komputer ważył około 10 kilogramów i podłączano go między innymi do telewizora „Šilelis”. Według kolekcjonera z elektroda.com prototypy Агат-1, 2 i 3 z lat 1980–1983 miały płyty będące dokładnymi kopiami Apple II, a inżynierowie dostali dziesięć Apple II jako wzór; Агат kosztował 3900 rubli i sprzedawano go tylko organizacjom państwowym, w rozliczeniu bezgotówkowym. Kiedy ruszyła produkcja, źródła podają różnie[23]. Nakład szacuje się na „kilka tysięcy”.

Микроша, Байт i reszta

Микроша z Lianozowskich Zakładów Elektromechanicznych pod Moskwą, produkowana od końca 1986 do 1991 roku, była fabryczną wersją samoróbki Радио-86РК, której schemat opublikował miesięcznik „Радио”. Miała procesor KP580 (radziecki 8080) 1,77 MHz i 32 KB pamięci; trafiała do szkół, domów kultury, klubów, czasem do domów.

Микроша z kolekcji oldcomputer.info — produkt Lianozowskich Zakładów Elektromechanicznych po

Микроша z kolekcji oldcomputer.info — produkt Lianozowskich Zakładów Elektromechanicznych pod Moskwą z lat 1986–1991. To fabryczna wersja komputera Радио-86РК, który czytelnicy miesięcznika „Радио” budowali sami według opublikowanego schematu; procesor KP580 był radzieckim odpowiednikiem Intela 8080. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

Байт z zakładów BEMZ w Brześciu, produkowany mniej więcej od 1989–1990 do około 1996 roku, był klonem ZX Spectrum zbudowanym na układach TTL bez układu ULA, z dźwiękiem z trzykanałowego timera typu 8253, klawiaturą jak w PC i dwoma ROM-ami, z których jeden miał komunikaty po rosyjsku.

Байт z kolekcji oldcomputer.info — białoruski klon ZX Spectrum z Brześcia, z przełomu lat 80. i 90. Z

Байт z kolekcji oldcomputer.info — białoruski klon ZX Spectrum z Brześcia, z przełomu lat 80. i 90. Zamiast specjalizowanego układu ULA ma płytę pełną zwykłych układów TTL, a dźwięk wytwarza trzykanałowy timer typu 8253. Źródło: oldcomputer.info, CC BY-NC-SA 3.0, autor: MCbx (oldcomputer.info).

O Korwecie i o szkolnych zestawach КУВТ, w tym o zakupie japońskich MSX Yamahy dla radzieckich szkół, a także o УКНЦ, nie mam przeczytanego źródła — strony muzeum, które je opisują, były niedostępne dla automatycznego pobierania.

Co było całkiem własne: БЭСМ-6 i Эльбрус

Obok kopii i licencji istniała linia, która z IBM-em i DEC-iem nie miała nic wspólnego. БЭСМ-6 Lebiediewa pracowała próbnie od 1965 roku; w połowie 1967 roku komisja rządowa pod przewodnictwem Kiełdysza przyjęła pierwszy egzemplarz, potem trzy kolejne, seryjne, zbudował moskiewski zakład SAM, a cała produkcja trwała 17 lat. Średnia wydajność wynosiła około miliona operacji na sekundę. Architekturę, układy, strukturę i oprogramowanie opracowali Lebiediew i jego współpracownicy — W.A. Mielnikow, L.N. Korolow, A.A. Sokołow; zespół dostał w 1969 roku Nagrodę Państwową. БЭСМ-6 liczyła między innymi fizykę jądrową w Dubnej. Często podawanej liczby 355 egzemplarzy nie potwierdziłem.

Jej architekturę przeniesiono do Эльбрус-1 К2 i Эльбрус-КБ, zgodnych programowo z БЭСМ-6. Głównym konstruktorem Эльбруса był w latach 1973–1985 W.S. Burcew. Эльбрус-1 ukończono w 1980 roku, z wydajnością około 15 milionów operacji na sekundę; dziesięcioprocesorowy Эльбрус-2 osiągał 125 milionów i po próbach państwowych w 1985 roku poszedł do produkcji. Komputery 5Э92б były rdzeniem radzieckiej obrony przeciwrakietowej. Rosyjskie Wirtualne Muzeum Komputerów twierdzi, że miało to „niemal decydujący wpływ” na układ o ograniczeniu zbrojeń z 1972 roku — to ocena, której nie da się sprawdzić z tego źródła. W tym samym kraju, który dla gospodarki kopiował IBM-a, dla wojska powstawały maszyny własne.

Embargo, przemyt i wywiad

COCOM

Zachód pilnował eksportu techniki przez COCOM — komitet koordynacyjny z siedzibą w Paryżu, do którego należały Japonia i państwa NATO bez Islandii. Kontrole eksportu komputerów opierały się w 1984 roku na wytycznych z 1974 roku, a Stany Zjednoczone chciały objąć nimi nawet przenośne komputery biurkowe. Jak szczelny był ten system, pokazuje raport, który Departament Obrony USA przesłał w październiku 1985 roku — „Soviet Acquisition of Militarily Significant Western

Technology: An Update”. To dokument jednej strony sporu, pisany po to, by uzasadnić kontrolę eksportu, więc jego liczby świadczą o tym, co rząd USA twierdził, a nie o neutralnej ocenie.

A twierdził dużo. Radzieckie projekty wojskowe korzystające z zachodniej techniki to „znacznie ponad 4000 rocznie pod koniec lat 70. i ponad 5000 na początku lat 80.”. W planie pięcioletnim 1976–1980 spełniono ponad 3500 takich zapotrzebowań; około połowy z ponad 30 000 egzemplarzy zachodniego sprzętu i około 20% z ponad 400 000 dokumentów wykorzystano do ulepszenia radzieckich systemów. Prawie połowa wykrytych przypadków nielegalnego przekierowania towarów dotyczyła sprzętu do produkcji mikroelektroniki i komputerów; ZSRR zdobył ponad 2500 maszyn do produkcji układów. Przewaga Zachodu w mikroelektronice spadła według raportu z 10–12 lat w połowie lat 70. do 4–6 lat w 1985 roku. Raport opisuje też szczegóły: KGB zdobyło systemy pamięci dyskowej dla wojskowych napędów Ряд, układ КР580ИК80А to „zmodyfikowana wersja Intela 8080A”, a radzieckie układy z rodziny odpowiadającej TI 5400/7400 skopiowano „bezpośrednio” i używano w systemach wojskowych od połowy lat 70. Jest tam też zdanie, które dotyczy Polski: „Służby wywiadowcze NRD, Polski i Węgier należą do najskuteczniejszych w zdobywaniu zachodnich danych niejawnych i produktów objętych kontrolą eksportu”.

Linia X i teczka „Farewell”

Jak działała radziecka strona, wiadomo najlepiej z jednego przecieku. W 1981 roku płk Władimir Wietrow z KGB, o pseudonimie „Farewell”, sfotografował i przekazał wywiadowi francuskiemu około 4000 dokumentów. Latem 1981 roku prezydent Mitterrand poinformował o tym Reagana. Gus W. Weiss opisał sprawę w 1996 roku w „Studies in Intelligence”, piśmie Centrum Badań nad Wywiadem CIA. Z dokumentów wynikało, że w 1970 roku w Zarządzie Głównym KGB utworzono Zarząd T do badania zachodnich prac naukowo-badawczych, a wykonawcami w rezydenturach byli oficerowie Linii X. Wietrow przekazał nazwiska ponad 200 z nich w dziesięciu rezydenturach na Zachodzie. Od 1970 roku Linia X zdobyła „tysiące dokumentów i próbek”; Zachód tracił na tym w radarach, komputerach, obrabiarkach i półprzewodnikach, a Linia X obsadzała swoimi ludźmi radzieckie delegacje do zachodnich firm.

Amerykanie odpowiedzieli kontroperacją: według Weissa do radzieckiego sprzętu wojskowego trafiły „spreparowane układy scalone”, na gazociągu zainstalowano wadliwe turbiny, a wadliwe plany zakłóciły pracę zakładów chemicznych i fabryki traktorów. Weiss nie pisze o wybuchu gazociągu i nie wymienia ani IBM, ani DEC-a. Opowieść o syberyjskim gazociągu, który w 1982 roku wyleciał w powietrze przez sabotowane oprogramowanie, pochodzi z książki Thomasa Reeda „At the Abyss” z 2004 roku i krąży w tekstach popularnych; w zebranych dokumentach nie ma jej potwierdzenia.

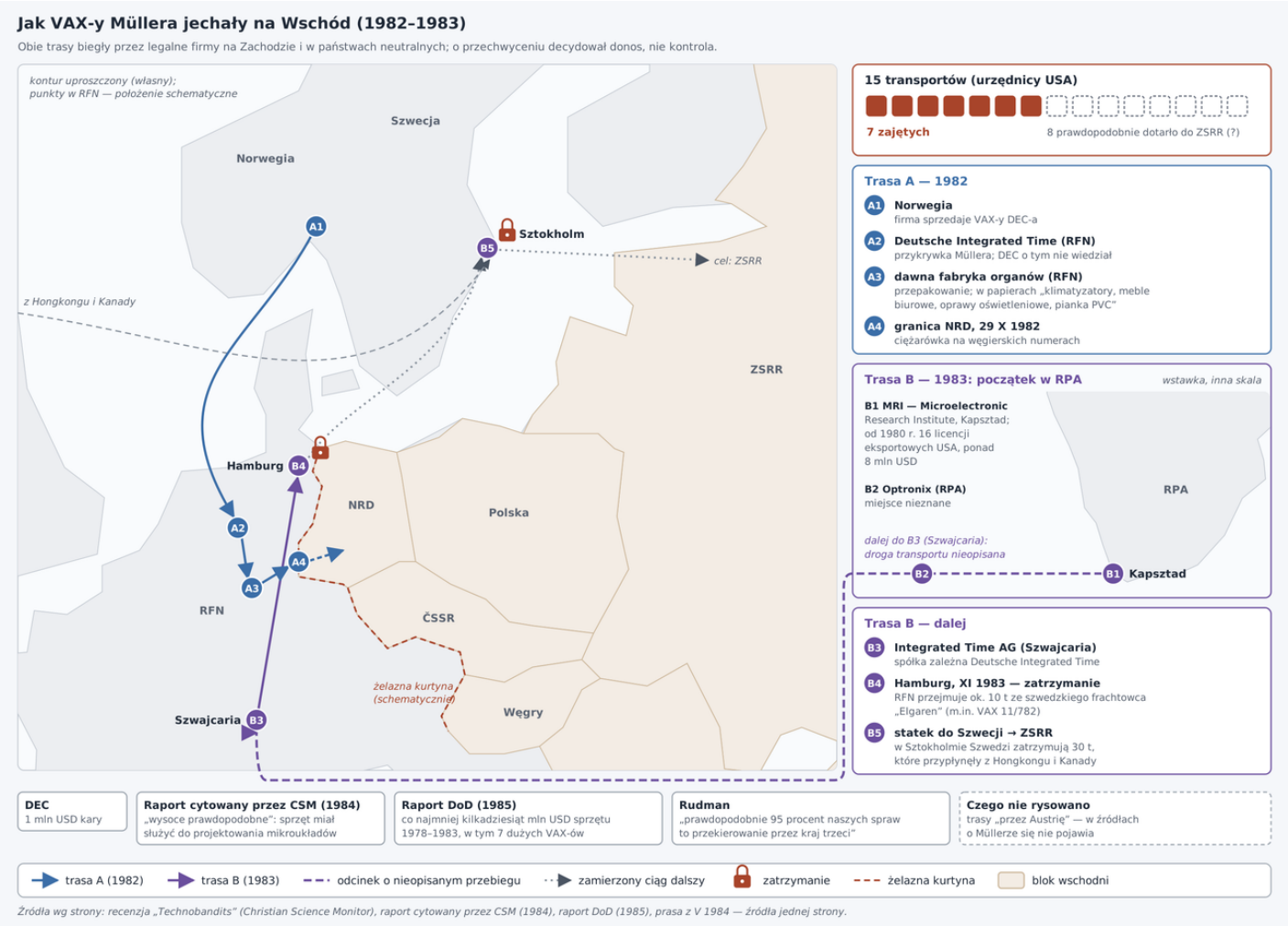
VAX-y Richarda Müllera

Najlepiej opisaną sprawą przemytu komputerów jest afera Richarda Müllera, obywatela RFN poszukiwanego w USA. Według recenzji książki „Technobandits” w Christian Science Monitor Müller działał od 1974 roku przez około 41 firm-wydmuszek w Europie i Afryce. W 1982 roku norweska

firma sprzedała VAX-y DEC-a spółce Deutsche Integrated Time — przykrywce Müllera, o czym DEC nie wiedział; Müller przejął upadającą zachodnioniemiecką fabrykę organów i na jej rampie przepakował komputery, które w papierach figurowały jako „klimatyzatory, meble biurowe, oprawy oświetleniowe, pianka PVC”. 29 października 1982 roku ciężarówka na węgierskich numerach przewiozła je przez granicę NRD. DEC zapłacił później milion dolarów kary.

Druga trasa wiodła przez Afrykę. Od 1980 roku Departament Handlu zatwierdził 16 licencji eksportowych o wartości ponad 8 milionów dolarów dla Microelectronic Research Institute w Kapsztadzie. W listopadzie 1983 roku VAX 11/782 i inny sprzęt poszły z RPA przez firmę Optronix i szwajcarską Integrated Time AG na statek do Szwecji. Po cynku dla amerykańskiego attaché celnego w Bonn władze RFN przejęły w Hamburgu około 10 ton ładunku ze szwedzkiego frachtowca „Elgaren”, a Szwedzi zatrzymali 30 ton, które przypłynęły do Sztokholmu z Hongkongu i Kanady. Z 15 transportów przejęto siedem; urzędnicy USA podejrzewali, że osiem dotarło do ZSRR. Raport Pentagonu, na który powołuje się gazeta, uznał za „wysoce prawdopodobne”, że sprzęt miał służyć do komputerowego projektowania mikroukładów, a raport Departamentu Obrony z 1985 roku podawał, że Müller dostarczył w latach 1978–1983 sprzęt wart „co najmniej kilkadziesiąt milionów dolarów”, w tym siedem dużych VAX-ów.

Müller nie był sam. Amerykańska operacja „Exodus”, prowadzona od 1981 roku przez około 900 agentów celnych i 44 śledczych Departamentu Handlu, przyniosła — według gazety z maja 1984 roku — 3182 zajęcia o wartości 191 milionów dolarów i wyroki w 13 sprawach w 1982 roku i 21 w 1983 roku. Szwedzka Datasaab Contracting zapłaciła 3,12 miliona dolarów kary za sprzedaż ZSRR amerykańskiego radaru i komputerów do kontroli ruchu lotniczego. Rudman, cytowany przez gazetę, mówił: „Prawdopodobnie 95 procent naszych spraw to przekierowanie przez kraj trzeci”. Inne nazwiska z tamtych lat to Werner Bruchhausen i Friedrich Linnhoff. Popularny wątek przemytu „przez Austrię” w źródłach o Müllerze się nie pojawia.



Rysunek 6. *Dwie trasy przemytu VAX-ów. Warto zauważyć, że żadna z nich nie biegła przez kraj bloku aż do ostatniego odcinka — towar przechodził przez legalne firmy w państwach Zachodu i neutralnych, a o przechwyceniu decydował donos, nie kontrola.*

Jak skończyło się embargo

Embarga nie zniesiono jednym aktem — rozbierano je etapami. W czerwcu 1990 roku listy kontrolne skrócono o jedną trzecią. 23 maja 1991 roku w Paryżu USA i szesnastu sojuszników uzgodnili nowy system z krótką „Core List": istniejące kontrole zmniejszono o połowę, zniesiono kontrolę na „większość komputerów eksportowanych dziś ze Stanów Zjednoczonych" i znacznie złagodzono zasady dla mikroprocesorów i obrabiarek. Nowe zasady weszły w życie 1 września 1991 roku. Oświadczenie rzecznika Białego Domu Marlina Fitzwatera z 24 maja 1991 roku dodawało, że kontynuowany jest trend łagodzenia kontroli wobec Polski, Czechosłowacji i Węgier, bo te trzy kraje zawarły z Zachodem porozumienia o handlu strategicznym, które miały zapobiec przekazywaniu techniki do ZSRR. NRD była objęta embargiem do lata 1990 roku, a zniesiono je całkowicie wraz ze zjednoczeniem. 16 listopada 1993 roku w Hadze 17 państw postanowiło rozwiązać COCOM; przestał istnieć 31 marca 1994 roku. Jego następcą zostało porozumienie z Wassenaar z 19 grudnia 1995 roku, z listami kontrolnymi obowiązującymi od 1 listopada 1996 roku. Co to oznaczało dla polskich pecetów, opisuje strona **MS-DOS**.

Czy blok tylko kopiował?

Teraz można wrócić do dziewięciu członów z początku i każdemu dać werdykt.

1. „EC ЭВМ to skopiowany IBM System/360” — broni się z poprawką. Kopiowano architekturę i oprogramowanie: OC EC była sklonowanym OS/360, a raport Pentagonu nazywał Ряд kopią „architektury i funkcji IBM 370”. Sprzęt projektowano jednak od nowa, na własnych układach — Lewin pisze o odtworzeniu „tylko zewnętrznej struktury”, Herrmann o tym, że dokumentacja nie wystarczała do kopii jeden do jednego. Polska R-32 była własną, szybszą konstrukcją zgodną z IBM.

2. „Decyzja była oczywista i jednomyślna” — przewraca się. Spór trwał od 1966 do 1969 roku; Lebiediew był sceptyczny, część ekspertów chciała ICL albo Siemensa, a Polska, Węgry, Bułgaria i Czechosłowacja były w kwietniu 1969 roku przeciw. Zamknął go minister 18 grudnia 1969 roku — po tym, jak USA zablokowały licencję ICL System 4, a wywiad NRD dostarczał dokumenty IBM.

3. „Cały Jednolity System był zgodny z IBM” — przewraca się. Węgierski R-10, czyli EC-1010, był licencją francuskiej CII i z IBM-em zgodny nie był.

4. „Mała Seria to klony PDP-11 i VAX-a” — broni się dla linii 16- i 32-bitowych. CM-3, CM-4, CM-1420, CM-1700 i NRD-owski K1840 to odpowiedniki maszyn DEC-a, a sam DEC liczył w NRD 2000–3000 maszyn zgodnych ze swoimi. Oficjalne źródła rosyjskie do dziś piszą jednak o „ciągłości z ACBT-M”, a rodzina CM-1800 to mikrokomputery na klonach Intela.

5. „Systemy kradziono jeden do jednego” — broni się częściowo. OC PB to RSX-11M pod inną nazwą, DCP — funkcjonalny klon DOS-u, SCP — system zgodny z CP/M 2.2. Ale OC EC rozwijano dalej, aż do wersji 7 bez bezpośredniego odpowiednika IBM (według pochodnej Wikipedii), ДЕМОС był lokalizacją UNIX-a przeniesioną na cały krajowy sprzęt i nagrodzoną przez Radę Ministrów, a VMX z Karl-Marx-Stadt — samodzielnym portem wersji 7 na /370.

6. „Nic własnego nie powstało” — przewraca się. БЭСМ-6 i Эльбрус były w całości własne. БК-0010 był własnym projektem na procesorze zgodnym z PDP-11, Агат miał kolor, którego nie miał Apple II, EC 1834 — grafikę 640×480 w 16 z 4096 kolorów, P8000 był sprzętem projektowanym pod UNIX-a, a Relcom — siecią zbudowaną oddolnie. Kijowskie ЄС 5153 z zapisem optycznym w cieczy może być pierwszeństwem światowym, ale to tylko twierdzenie muzeum.

7. „Klony robiono wyłącznie dzięki szpiegostwu” — przewraca się częściowo. Szpiegostwo było: źródło HVA w IBM od 1966 roku, Linia X, afera Müllera. Ale były też licencje — ICL dla Odr, CII dla R-10, Fujitsu dla ZIT-151, Video Genie dla HT-1080Z — zachodnie części i komputery — procesory Siemensa w EC 1834 i A 7150 (jak je kupowano, nie wiadomo), stacje Mitsubishi w PC 1715 i Commodore w węgierskich szkołach — oraz zwykłe książki: podręczniki IBM w radzieckich księgarniach.

8. „Embargo było szczelne” — przewraca się. Z piętnastu transportów Müllera osiem prawdopodobnie dotarło, taśmy UNIX-a w wersji 7 i BSD szły przez Budapeszt, Leningrad i Pragę, a

do Karl-Marx-Stadt trafiła taśma tar około 1982 roku. Embargo opóźniało i podrażało, ale nie zatrzymywało.

9. „Po 1990 roku nic nie zostało” — nie do końca. Zostały Robotron Datenbank-Software, Relcom i domena .su, marka Prawec wskrzeszona w 2013 roku i muzea, o których niżej.

Tezę jako całość trzeba więc przeformułować: blok wschodni kopiował architektury i systemy, bo tak postanowiono politycznie i bo nie miał waluty na licencje — ale wykonywał je własnymi rękami, często z licencji i legalnych zakupów, i obok kopii zbudował rzeczy własne, w tym dwie z najciekawszych: БЭСМ-6 i sieć, która przeżyła ZSRR.

Co zostało w 2026 roku

- **Firmy i marki.** Robotron Datenbank-Software GmbH w Dreźnie, założona w sierpniu 1990 roku, działa jako firma programistyczna; marka Prawec wróciła w 2013 roku na laptopach.
- **Muzea w Niemczech.** Heinz Nixdorf MuseumsForum w Paderborn (ESER 1055, EC 1834, A 5120, KC 85/3), Computerspielemuseum w Berlinie (KC 85/4), ZCOM Zuse-Computer-Museum w Hoyerswerdzie, Industriemuseum Chemnitz, GRASSI w Lipsku, Historisch-Technisches Museum Sömmerda, Computermuseum HTW w Berlinie.
- **Muzea na Wschodzie.** Muzeum Politechniczne w Moskwie (prototyp Агата), Państwowe Muzeum Politechniczne w Kijowie (ЄС 5153), Informatika Történeti Múzeum w Szegedzie (Videoton R-10), w Bułgarii wirtualna kolekcja A.Museum; w Polsce — Muzeum Historii Komputerów i Informatyki w Katowicach.
- **Dokumenty w sieci.** Teksty Lewina i biogramy konstruktorów w Rosyjskim Wirtualnym Muzeum Komputerów, książka Przyjałkowskiego jako PDF, artykuł Herrmanna w otwartym dostępie, raport Pentagonu z 1985 roku w DTIC, tekst Fischera i Clausza w archiwum Usenetu TUHS.

Praktyka 2026: ДЕМОС w emulatorze

> Kroki poniżej pochodzą z bloga VirtuallyFun (wpis z 1 V 2011 roku, przekład rosyjskiego pliku readme dokonany przez autora o pseudonimie neozeed) i nie były przeze mnie testowane. Pakiet leżał dawniej w serwisie code.google.com; traktuj to jako mapę, nie instrukcję.

Radzieckiego UNIX-a da się dziś uruchomić w emulatorze PDP-11 SIMH. Gotowy pakiet „ready to run DEMOS 3.0 for the PDP-11/SIMH” (plik dvk-demos.zip) przygotował Siergiej Wakulenko; źródła systemu leżały na serwerze ftp.besm6.org jako archiwum d22.tar.gz. Obrazy dysków ДЕМОС 3.0 dla ДВК są też w repozytorium sergev/vak-opensource na GitHubie, a dokumentacja ДЕМОС 2.10

— w bibliotece Moszkowa. Według readme start wygląda tak:

1. Przy znaku zachęty `@` wpisać `b`, a następnie `$` i nazwę urządzenia `DW0` (dysk twardy).
2. Przy komunikacie `BOOT :…` nacisnąć Enter.
3. Podać datę i czas dziesięcioma cyframi: rok, miesiąc, dzień, godzina, minuta.
4. Odpowiedzieć na pytanie o sprawdzenie systemu plików.
5. Przy `Name:` zalogować się jako `root` albo jako ćwiczeniowy `user`.
6. Zamykać poleceniem `/etc/reboot -h` (w przekładzie readme zapisanym jako „/ Etc / reboot-h”) i czekać na komunikat `SYNCING DISKS … DONE`.

Pierwsza instalacja z dyskietek zaczyna się od urządzenia `MY0` i wymaga kolejno dyskietek 1–5. W systemie jest wieloekranowy edytor red, biblioteka graficzna `libgraph.a` i protokół graf; nie ma vi, czym autor wpisu był zaskoczony. Wariant DEMOS/306 dzieli 20-megabajtowy dysk z RT-11. Terminal powinien pracować w kodowaniu KOI8-R (na przykład PuTTY z tym ustawieniem); według jednego z komentarzy klawiaturę przełącza się na rosyjską przez Ctrl+N, a na angielską — przez Ctrl+O. Emulatorów Robotronu, БК і Агата z poleceniami ze sprawdzonego źródła nie zebrałem; o ogólnych zasadach pracy z SIMH-em mówi strona **RSX-11: czas rzeczywisty na PDP-11**.

Mity i sprostowania

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„Udokumentowano, że pierwszy radziecki klon IBM zbudowano z IBM 360/40 przemyconego przez Polskę w walizkach”	nieudokumentowane	Trzy różne wersje: walizki przez Polskę (tylko Wikipedia), 11 maszyn przez NRD (relacja R. Landa), używany System/360 w НИЦЭВТ od 1971 roku (Lewin).
„Decyzję o klonowaniu IBM podjęto w 1967 roku”	uproszczenie	W XII 1967 roku przyjęto dyrektywę o programie na wzór System/360; spór zamknięto w kwietniu i 18 XII 1969 roku.
„CIA wysadziła gazociąg syberyjski bombą logiczną”	nie do ustalenia	Weiss (CIA, 1996) pisze o wadliwych turbinach i spreparowanych układach, nie o wybuchu; wybuch to relacja Reeda z 2004 roku.
„Kremvax był pierwszym radzieckim węzłem Usenetu (1984)”	nieprawda	To żart Pieta Beertemy z 1 IV 1984 roku; prawdziwy demos.su dołączył w 1990 roku, a bramka dostała nazwę kremvax za zgodą Beertemy.
„Robotron 300 był klonem IBM 360/40”	wątpliwe	Tranzystorowa maszyna ELREMY z lat 1963–1968, 3000–5000 op/s, ok. 350 sztuk.
„Bułgaria dawała 40% komputerów RWPG”	niepotwierdzone	Liczba z tekstów dziennikarskich bez źródła; podawany szczyt produkcji Prawców to 60 000 rocznie.
„Агат to zła kopia Apple II”	uproszczenie	Tytuł „Byte” był ostrzejszy niż ocena autora; seryjne Agaty miały z Apple wspólny procesor 6502, a kolor lepszy.
„W RIAD-zie wszystko było IBM-owe”	nieprawda	R-10 (EC-1010) to francuska licencja CII, niezgodna z IBM.

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„Bułgaria produkowała EC-1035”	sporne	Przyjałkowski przypisuje go ZSRR, Herrmann — Mińskowi od 1977 roku.
„Embargo zniesiono w 1989 roku jednym aktem”	nieprawda	Etapy: VI 1990, 23 V 1991 (od 1 IX 1991), dla NRD — zjednoczenie, koniec COCOM 31 III 1994.
„Honecker dostał działający megabitowy chip”	nieprawda	Według ComputerBase w piramidzie był inny, niedziałający element.
„P8000 był jedynym uniksowym systemem bloku”	przesada	ДЕМОС działał w ZSRR na СМ-4, ЕС і Эльбрусach; P8000 był jedynym znanym sprzętem projektowanym pod UNIX-a.

Epilog

Kałmykow powiedział w grudniu 1969 roku, że ZSRR nie przestawi się na ICL i poprosi Niemców o pomoc. Dwadzieścia lat później Niemcy ze wschodu prosili o autonomię badań i dostęp do konferencji, a ich kombinat rozpadł się na 27 firm w ciągu kilku miesięcy. Między tymi dwoma zdaniami mieści się cała historia: decyzja polityczna, żeby nie wymyślać architektury od nowa, tysiące inżynierów, którzy wykonali ją na własnych układach, wywiad, który dostarczał dokumenty, przemytnicy, którzy dostarczali maszyny, i ludzie, którzy z taśmy, jakiej nikt nie umiał przeczytać, zrobili system, a z systemu — sieć.

„Blok tylko kopiował” to zdanie wygodne dla obu stron: Zachodowi pozwalało nie zauważać БЭСМ-6, a Wschodowi — nie pisać w encyklopediach słowa „PDP-11”. Najlepiej opisuje tę historię chyba napis na krzemie CVAX-a, wytrawiony po rosyjsku dla radzieckich projektantów, którzy kopiowali układy DEC-a — i zdanie, które w sierpniu 1991 roku napisał na Usenecie Wadim Antonow: że widział czołgi na własne oczy.

Ciekawostki zebrane

- Podręczniki IBM System/360 przetłumaczono i sprzedawano w radzieckich księgarniach — to był jeden z argumentów za IBM-em.
- Minister Kałmykow 18 XII 1969 roku: „Nie przestawimy się na ICL. Poprosimy Niemców o większe wsparcie”.
- Na krzemie procesora CVAX wytrawiono po rosyjsku „VAX — when you care enough to steal the very best”.
- VAX-y Müllera przepakowano w zachodnioniemieckiej fabryce organów i opisano jako klimatyzatory i meble.
- W Karl-Marx-Stadt UNIX zaczął się od taśmy, której klon IBM nie umiał odczytać — zrzut szesnastkowy ujawnił format tar.

- Radziecki UNIX miał nieoficjalną nazwę УНАС — „u nas” — w odróżnieniu od UNIX-a, czyli „u nich”.
- Żart „kremvax” z 1 IV 1984 roku spełnił się po sześciu latach — prawdziwa moskiewska bramka dostała tę nazwę za zgodą autora żartu.
- Honecker dostał w szklanej piramidzie atrapę megabitowego chipa; pracownicy losowali, kto zabierze ją do domu.
- EC 1834 i A 7150 z NRD pracowały na procesorach Siemensa, a A 7100 reklamowano jako maszynę z „radzieckim odpowiednikiem”.
- Didaktik Gama ’88 celowo powtarzał błędy oryginalnego Spectrum, żeby gry działały.
- Węgierski szkolny HT-1080Z powstał w spółdzielni, na licencji hongkońskiej, i kosztował 58 000 forintów razem z telewizorem.
- Stacja dyskietek do БК-0010 kosztowała 1500–2000 rubli — więcej niż komputer.
- W 1984 roku obliczono, że samym radzieckim szkołom potrzeba ponad miliona komputerów.
- Iwan Marangozow, ojciec bułgarskiego IMKO, był z zamiłowania flecistą.
- Pierwszy bułgarski komputer seryjny, ZIT-151, był licencją japońskiego Fujitsu.
- ESER 1055 z Drezna pracował do 1993, 1994 albo 1995 roku — trzy daty podaje to samo muzeum.
- Zakład, z którego wyrósł Robotron w Karl-Marx-Stadt, robił mechaniczne maszyny liczące od 1921 roku.
- NRD miała pod koniec 1989 roku 574 mainframe’y o łącznej mocy 236 MIPS.
- W 1995 roku o akcje Relcomu zabiegała FAPSI, wydzielona z KGB.

Oś czasu

Data	Wydarzenie
14 VIII 1963	„Witosza”, pierwszy bułgarski komputer
1965–1967	БЭСМ-6: eksploatacja próbna, przyjęcie przez komisję Kiełdysza
1966	plan „Ряд”; od tego roku wywiad NRD ma źródło w IBM
I–lato 1967	komisja Dorodnicyna, projekt wstępny w 7 tomach
XII 1967	dyrektywa rządowa o programie na wzór System/360
22 XII 1968	umowa ZSRR–NRD o „jednolitym systemie”
1 IV 1969	powstaje Kombinat Robotron
IV 1969	НИЦЭВТ przeforsowuje System/360 wbrew Bułgarii, Węgrom, Polsce i ČSSR
18 XII 1969	Kałmykow i Kiełdysz zamykają spór
1971	używany System/360 w НИЦЭВТ
ok. 1973	seryjny R-10 w Videotonie; wystawa „ЕС ЭВМ-73”

Data	Wydarzenie
1974	ИНЭУМ wiodącym instytutem СМ ЭВМ; RPP-16 w Námestovie
1978–1979	ОС 6.1; IMKO-1; CM-4
1980	Эльбрус-1; SM 4-20 w Námestovie
1981	Wietrow („Farewell”) przekazuje Francuzom 4000 dokumentów
I 1982	HT-1080Z wygrywa węgierski konkurs
1982	IMKO-2 / Prawec 82; taśma z UNIX-em w Karl-Marx-Stadt
29 X 1982	VAX-y Müllera wjeżdżają do NRD
1982–1983	początek prac nad UNIX-em w Instytucie Kurczatowa
1983	pierwsze БК-0010; zajęcie VAX-a na „Elgarenie” (XI)
1 IV 1984	żart „kremvax”
1984	decyzja o informatyce w szkołach ZSRR; „Byte” o Агате (XI); SM 52/12V
1985	ДЕМОС 2.0; PC 1715; PMD 85; Эльбрус-2 po próbach
23 I 1986	uchwała KC KPZR i Rady Ministrów o komputerach osobistych
1986	EC 1834; EC-1840; KC 85/3; P8000 seryjnie (do 1989)
1987–1990	CM-1700 w wileńskiej Sigmie
12 IX 1988	U61000 dla Honeckera
II 1989	spółdzielnia „Демос”
VI 1990	COCOM skraca listy o jedną trzecią
1 VII 1990	koniec Kombinatu Robotron
23 VIII 1990	Robotron Datenbank-Software GmbH
28 VIII 1990	połączenie Kurczatow–Helsinki
19 IX 1990	domena .su
23 V 1991	COCOM: „Core List”, ulgi dla Polski, ČSFR i Węgier (od 1 IX 1991)
19–21 VIII 1991	pucz; Relcom przesyła 46 000 wiadomości
1 VI 1992	spółka akcyjna Relcom
31 III 1994	koniec COCOM
7 IV 1994	domena .ru
2013	marka Prawec wraca na laptopach

Źródła i dalsze lektury

Przypisy

[1] dyrektywa XII 1967 i „ostateczny wybór” pod koniec 1969: W.K. Lewin, cz. I, cz. II; IV 1969 w НИЦЭВТ i 18 XII 1969: F. Herrmann, Zeithistorische Forschungen 2/2012.

[2] walizki przez Polskę: angielska Wikipedia, hasło „Soviet computing technology smuggling” (niezweryfikowane); 11 maszyn przez NRD: The Register, 9 IV 2014 (R. Land); używany System/360 od 1971: Lewin, cz. II; dokumenty, nie maszyny: Herrmann 2012; „z pomocą KGB”, premiera 1972: TechRadar / PC Plus, 2009.

[3] „kopia architektury i funkcji IBM 370”: DoD, IX 1985 (DTIC ADA160564), s. 4; „tylko zewnętrzna struktura”: Lewin, cz. II.

[4] EC-1035 w ZSRR: W.W. Przyjałkowski i in., „EC ЭВМ-2”; w Mińsku od 1977: Herrmann 2012; w Brześciu: I. i N. Bogdanowe, 2025; przypisania Bułgarii w czytanych źródłach nie znalazłem.

[5] tylko EC-1032: Przyjałkowski; EC-1030, 1032 i 1045: dic.academic.ru (pochodna ru-wiki).

[6] 1993: HNF, karta obiektu ESER 1055; 1994 i 1995: HNF, strona wystawy.

[7] CII 10010: Informatika Történeti Múzeum, Szeged; MITRA-15: Inventing Europe.

[8] „dziesiątki tysięcy”: Herrmann 2012; ponad 15 000 w latach 1968–1998: angielska Wikipedia (kopia z 2024 roku); ok. 30 modeli: DataArt, Habr 2019.

[9] 1986: E.N. Filinow; 1987: Wielka Rosyjska Encyklopedia.

[10] SM 52/12V, 1984, „pierwszy w RWPG”: katalog wystawy, Żylina; 32-bitowy CM-1700: Wielka Rosyjska Encyklopedia, w Sigmie 1987–1990 według strony serii o RSX-11 (za znanierussia.ru).

[11] podstawa BSD: Знание.Вики, „ДЕМОС”; „lokalizacja UNIX-a” bez wersji: A. Kamyszew, Habr 2007.

[12] 1990: Jargon File; 1991: P. Beertema.

[13] VII 1989, UUCP z ИПК do Helsinek: Kamyszew, Habr 2007 (relacja M. Dawidowa); 28 VIII 1990: Знание.Вики, „Релком”, A. Sołdatow, I. Borogan, Slate 2016.

[14] 21: Computerwoche, 25 I 1991; 22: ComputerBase, 5 VII 2020.

[15] na wzór IBM 360/40: Inventing Europe, „GDR IBM”; tranzystorowa maszyna z lat 1963–1968: ComputerBase 2020.

[16] 1980–1988: Industriemuseum Chemnitz; od 1982: GRASSI Lipsk, HNF, ComputerBase 2020.

[17] ok. 33,7 kg: museum-digital:sachsen; 35,7 kg: HNF.

[18] 1983: ZCOM Hoyerswerda; 1984: oldcomputer.info.

[19] ok. 500 DM wobec ok. 5 DM (koszty wytworzenia): ComputerBase, 12 IX 2018; „100 razy więcej” niż układ Toshiby: DDR Museum.

[20] Commodore 16 i Commodore+4 — dwie wersje w dwóch referatach tej samej sesji: D. Sima (Commodore 16) i M. Kőrösné Mikis (Commodore+4 i Primo), NJSZT 2023.

[21] Apple II Plus: Emerging Europe 2021, 3 Seas Europe 2024; Apple IIe: BTA 2024.

[22] 540, potem 600 rubli, wersja -01 — 650, na początku lat 90. — 750: Rosyjskie Wirtualne Muzeum Komputerów; 700 rubli bez monitora: elektroda.com 2024.

[23] rozwój od 1981, prototypy 1982, produkcja 1984: Rosyjskie Wirtualne Muzeum Komputerów; partia 100 Агат-4 w 1984, Агат-7 w latach 1985–1990: elektroda.com 2024.

Jednolity System i Mała Seria

- W.K. Lewin, „An Essay on forming the Unified System of Electronic Computers”, cz. I i cz. II
- F. Herrmann, „Zwischen Planwirtschaft und IBM”, Zeithistorische Forschungen 2/2012
- W.W. Przyjałkowski i in., „ЕС ЭВМ-2”
- M. Sikora, „Polska droga do RIAD…”, KHNiT 64/4 (2019)
- Wielka Rosyjska Encyklopedia, „Система малых ЭВМ”; E.N. Filinow, „Mini-computers SM”
- biogram W.A. Mielnikowa, biogram W.S. Burcewa
- I. i N. Bogdanowe, „Из истории белорусской вычислительной техники”, 2025; W.N. Zacharow, Вестник РАН 2025 (płatny)
- The Register: English Electric za kurtyną; DataArt o ЕС ЭВМ

UNIX i sieć

- A. Kamyszew, historia ДЕМОС i Relcomu, Habr 2007; Знание.Вики: ДЕМОС, Релком
- G. Fischer, M. Clausz, „UNIX at the TUK/IF”, comp.unix.wizards 1990
- Computerwoche, 20 VII 1990: UNIX w NRD
- P. Beertema o kremvaxie; Jargon File: kremvax
- Sołdatow, Borogan, Slate 2016; Kommiersant, 7 V 1995
- VirtuallyFun: DEMOS 3.0 w SIMH

NRD i Robotron

- ComputerBase 2020: Robotron; ComputerBase 2018: U61000; DDR Museum: chip 1 Mbit
- Computerwoche, 25 I 1991: koniec Robotronu; Robotron Datenbank-Software, komunikat 2020
- The Homecomputer Guy o PC 1715; KC 85/4, PC 1715 w HTW, EC 1834 w HNF, Ascota 314
- oldcomputer.info: KC 85/3, EC 1834, A 7100/A 7150, A 5105

Czechosłowacja, Węgry, Bułgaria, ZSRR

- Katalog „História vývoja a výroby počítačov na Slovensku”; PMD 85, Didaktik
- NJSZT 2023: węgierski program komputerów szkolnych
- Radio Bułgaria o IZOT; BTA o „Witoszy”; 3 Seas o Marangozowie
- Radzieckie komputery domowe lat 80.; Muzeum Politechniczne o Агате; Микроша, Байт; ЄС 5153

Embargo i wywiad

- „Soviet Acquisition of Militarily Significant Western Technology: An Update”, DoD 1985
- G.W. Weiss, „The Farewell Dossier”, 1996 (PDF)
- Christian Science Monitor, 18 V 1984; 26 XI 1984 („Technobandits”)
- Oświadczenie M. Fitzwatera, 24 V 1991; Genesis of the Wassenaar Arrangement

Materiały z zastrzeżonymi prawami (tylko odnośniki)

- Silicon Zoo: napis na CVAX-ie; HNF: centrum obliczeniowe z Drezna; Videoton R-10 w Szegedzie; A.Museum (Bułgaria)

Ilustracje

Diagramy są moje. Zdjęcia pochodzą ze zbiorów cyfrowych muzeów i kolekcji, które udostępniają je jako domenę publiczną albo na licencjach Creative Commons; część jest na licencjach niekomercyjnych (NC) — ta wiki jest prywatna i niekomercyjna, obrazy pokazujemy bez zmian. Obrazy są wyświetlane bezpośrednio z serwerów instytucji i autorów; licencja i autor stoją w każdym podpisie. Materiałów objętych zastrzeżeniem praw nie osadzamy — odsyłamy do nich w źródłach.

Nota metodyczna: czego nie wiemy

Strona powstała z kwerendy w źródłach dostępnych w sieci, bez archiwów. Szkielet decyzji z lat 1966–1969 dają wspomnienia Lewina i artykuł Herrmanna; obaj korzystają ze wspomnień uczestników, a Herrmann także z dokumentów CIA. Dane techniczne pochodzą z kart muzealnych i serwisów kolekcjonerskich, liczby o przemycie — z prasy i raportu Pentagonu, czyli ze źródeł jednej strony. Rosyjskie serwisy pochodne Wikipedii i samą Wikipedię traktowałem jako ślad. Części stron Rosyjskiego Wirtualnego Muzeum Komputerów i Habra nie dało się pobrać automatycznie. Czego nie ustaliłem:

- łącznej liczby maszyn EC ЭВМ — tabel W.N. Zacharowa z 2025 roku nie przeczytałem; liczby egzemplarzy БЭСМ-6;
- dat wydań ДОС ЕС, ОС ЕС 4.x, 6.x i 7.x oraz СВМ z dokumentu pierwotnego; autorów ОС РВ;
- wersji UNIX-a, z której wyszedł ДЕМОС, i drogi taśmy do Moskwy;
- źródła pierwotnego opowieści o IBM 360/40 w walizkach i daty polskiego porozumienia o handlu strategicznym z Zachodem;
- Prawców 8М і 16, zakładu w Prawcu i liczby wyprodukowanych maszyn; Korweta, zestawów КУВТ, УКНЦ і ДВК; komputerów SAPI-1, ADT, IQ 151 i Ondra; szczegółów Primo i TVC;
- jak NRD kupowała procesory Siemensa i czy system SCP był licencją Digital Research;

- czy Polska użytkowała radzieckie maszyny EC i CM poza własnymi i czy przez Polskę szły taśmy UNIX-a.

Revision #4
Created 2026-10-20 08:34:27 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-20 08:47:11 UTC by Tomasz Konieczny