

Historie kybernetiky a umělé inteligence

04. Kybernetika v Sovětském svazu

Miloš Železný

Katedra kybernetiky
Fakulta aplikovaných věd
Západočeská univerzita v Plzni

6. října 2025



Kybernetika v Sovětském svazu – úvod

Kybernetika v Sovětském svazu – úvod

- ▶ Vývoj kybernetiky v SSSR měl odlišnou dynamiku než na Západě
- ▶ Zpočátku odmítnuta jako "buržoazní pavěda"– ideologický odpor
- ▶ Později rehabilitována a aktivně rozvíjena
- ▶ Kybernetika hrála roli ve vojenském i ekonomickém plánování
- ▶ Ambiciózní, ale neuskutečněné projekty



Kybernetika v Sovětském svazu – milníky vývoje

Kybernetika v Sovětském svazu – milníky vývoje

- ▶ Počátky a první kontakty se západní kybernetikou (1940s–early 1950s)
- ▶ Období odmítnutí (1950–1954): „buržoazní pavěda“
- ▶ Rehabilitace a rozvoj (1955–60s): vědecké uznání a institucionalizace
- ▶ Kybernetika jako „věda věd“ – optimismus 60. let
- ▶ Plánovací a řídicí projekty: OGAS a další pokusy o automatizaci řízení

Vědecké zázemí a paralely kybernetiky v SSSR před 1950

Vědecké zázemí a paralely kybernetiky v SSSR před 1950

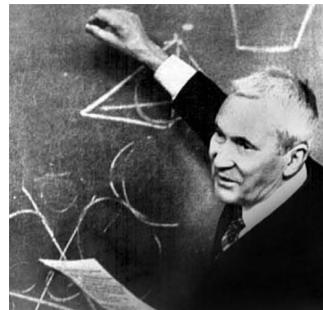
- ▶ Ačkoliv pojem "kybernetika" nebyl v SSSR oficiálně přijat, rozvíjely se podobné obory:
 - ▶ Teorie řízení
 - ▶ Zpětná vazba v elektrotechnice
 - ▶ Automatizace v průmyslu
 - ▶ Výpočetní technika
 - ▶ Matematické modelování a logické stroje
- ▶ Tyto oblasti ale nebyly sjednoceny jako na Západě pod jedním teoretickým rámcem
- ▶ Ideologická ostražitost: západní pojmy jako "informace" nebo "umělá inteligence" byly podezřelé
- ▶ Sovětská věda preferovala technokratický a aplikovaný jazyk



Andrej N. Kolmogorov

Andrej Nikolajevič Kolmogorov (1903–1987)

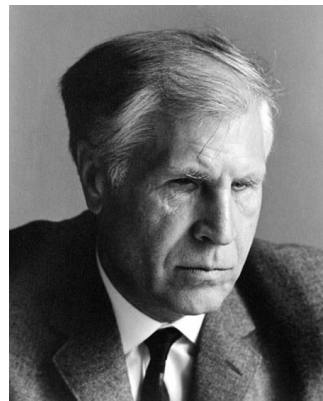
- ▶ Sovětský matematik, jeden z nejvýznamnějších teoretiků 20. století
- ▶ Zakladatel moderní teorie pravděpodobnosti (axiomatizace 1933)
- ▶ Významně přispěl k:
 - ▶ teorii informace
 - ▶ teoriím náhodných procesů
 - ▶ turbulence a dynamiky
- ▶ Jeho matematické modely měly vliv na pozdější rozvoj kybernetiky a řízení
- ▶ Vychoval celou generaci sovětských matematiků a vědců



Lev S. Pontrjagin

Lev Semjonovič Pontrjagin (1908–1988)

- ▶ Sovětský matematik, významná postava v oblasti aplikované matematiky, od 14 let slepý
- ▶ Zakladatel teorie optimálního řízení – formulace *Pontrjaginova principu maxima*
- ▶ Přispěl k rozvoji:
 - ▶ diferenciální geometrie
 - ▶ topologie
 - ▶ teorie řízení dynamických systémů
- ▶ Jeho práce položily základy pro pozdější sovětskou školu kybernetiky a systémového řízení
- ▶ Byl pedagogem a mentorem celé generace teoretických fyziků a inženýrů



Pontrjaginův princip maxima

Optimální řízení podle Pontrjagina

- ▶ Pontrjaginův princip maxima je klíčovým výsledkem v teorii optimálního řízení
- ▶ Vyvinut v 50. letech v rámci aplikované matematiky v SSSR
- ▶ Umožňuje nalézt optimální trajektorii řízeného systému pomocí tzv. kanonických rovnic a podmínky maxima
- ▶ Využití:
 - ▶ řízení raket a kosmických letů
 - ▶ ekonomické modelování
 - ▶ automatizace průmyslových procesů
- ▶ Významný milník sovětské aplikované matematiky s globálním dopadem

Olexij Hryhorovyč Ivachněnko

Olexij Hryhorovyč Ivachněnko (1913–2007)

- ▶ Ukrajinský a sovětský vědec, průkopník v oblasti modelování a adaptivních systémů
- ▶ V 60. letech vyvinul metodu skupinové úpravy dat (GMDH)
- ▶ GMDH se stala základem pro tzv. kybernetiku druhého řádu – schopnost systémů učit se z dat
- ▶ Předjímal některé principy strojového učení a neuronových sítí
- ▶ Jeho přístup kombinoval teoretickou kybernetiku s praktickými aplikacemi v průmyslu a ekonomii



Metoda GMDH

Group Method of Data Handling – GMDH

- ▶ Vyvinuta Olexijem Hryhorovyčem Ivachněnkem v 60. letech v Kyjevě
- ▶ První metoda pro automatickou konstrukci modelů na základě dat
- ▶ Využívá princip samoorganizace a postupného výběru nejlepší struktury modelu
- ▶ Předchůdce metod strojového učení a neuronových sítí
- ▶ Uplatnění:
 - ▶ predikce technických a ekonomických procesů
 - ▶ analýza dat bez nutnosti předem známé rovnice
 - ▶ základ pro "kybernetiku druhého řádu"



Počátky sovětské kybernetiky

Počátky sovětské kybernetiky

- ▶ Termín "kybernetika" poprvé zaznamenán v SSSR koncem 40. let (Norbert Wiener, 1948)
- ▶ Překlady západní literatury se dostávaly do rukou odborníků i cenzorů
- ▶ Zpočátku převažovalo podezření – podezření z idealismu, formalismu, technokratismu
- ▶ Někteří vědci však rozpoznali potenciál (např. A. A. Lyapunov, S. Sobolev)
- ▶ Objevily se první pokusy o integraci kybernetického jazyka do sovětského vědeckého diskurzu



Poválečný vývoj kybernetiky

První kroky k výpočetní technice v SSSR

- ▶ V roce 1948 založen Ústav přesné mechaniky a výpočetní techniky na podnět akademika Lavrentěva pode vedením S. A. Lebeděva.
- ▶ Cílem bylo vyvinout vlastní sovětský digitální počítač, nezávisle na západních projektech
- ▶ V roce 1948 v SSSR zaregistrován patent Rameev, Bruk: digitální počítač
- ▶ Od roku 1948 se na stavbě počítače podílí skupina
- ▶ Ve 40. a 50. letech ideologicky bezpečné části kybernetiky se přednášely pod pojmem Technika automatického řízení
- ▶ Ideologicky nebezpečné bylo vměšování se do řízení státu (managementová kybernetika, řízení společnosti)



Ideologické odmítnutí kybernetiky v SSSR

"Buržoazní pavěda"(konec 40. a počátek 50. let)

- ▶ Počátkem 50. let byla kybernetika v SSSR oficiálně odsouzena jako **buržoazní pseudověda** – bezduché napodobení západního myšlení
- ▶ Označována za **ideologicky škodlivou**, spojována s imperialistickou propagandou
- ▶ Podle oficiální kritiky prý **snižuje úlohu člověka**, přeceňuje "stroje" a zavádí determinismus
- ▶ V tisku se objevují články s titulky jako *"Kybernetika – zbraň imperialismu"*

Ideologické odmítnutí kybernetiky v SSSR

"Buržoazní pavěda"(konec 40. a počátek 50. let)

- ▶ Počátkem 50. let byla kybernetika v SSSR oficiálně odsouzena jako **buržoazní pseudověda** – bezduché napodobení západního myšlení
- ▶ Označována za **ideologicky škodlivou**, spojována s imperialistickou propagandou
- ▶ Podle oficiální kritiky prý **snižuje úlohu člověka**, přeceňuje "stroje" a zavádí determinismus
- ▶ V tisku se objevují články s titulky jako *"Kybernetika – zbraň imperialismu"*

Ideologické odmítnutí kybernetiky v SSSR

"Buržoazní pavěda"(konec 40. a počátek 50. let)

- ▶ Roku 1954 vyšlo v *Filosofickém slovníku* heslo o kybernetice, které ji popisovalo jako „současnou podobu mechanicismu“, „reakční pseudovědu“, jež se staví proti materialistické dialektice a slouží imperialistické ideologii
- ▶ Podle některých zdrojů byla spoluautorkou textu E. Škabara, blízká spolupracovnice S. A. Lebeděva; text údajně čerpal z článku publikovaného v časopise *Otázky filosofie*, který sice zdůrazňoval význam výpočetní techniky, ale kybernetiku zároveň znevažoval
- ▶ Podle Gluškova hlavní odpor k nástupu kybernetiky nepřicházel od filosofů, jak se často tvrdí, ale od představitelů leteckého a výpočetního průmyslu, kteří v ní viděli ohrožení svých přístupů

Rehabilitace kybernetiky

Postupná rehabilitace (1955–1960)

- ▶ 1955 – článek Soboleva, Kitova a Ljapunova *Základní rysy kybernetiky*: poukazuje na to, že kybernetika byla neprávem odmítána kvůli přehnané západní propagaci a špatnému filozofickému výkladu
- ▶ 1952–1961 – řada článků Kitova (samostatně nebo s Bergem, Ljapunovem a Sobolevem): příspěvek k vědeckému uznání kybernetiky v SSSR
- ▶ 1955 – vyroben protiletadlový komplex Berkut (S-25), využívající výpočetní stroj; mezi tvůrci: Berija, Kuksenko, Raspletin
- ▶ 1956 – publikace knihy A.I. Kitova *Elektronické číslicové stroje*: významně přispěla k popularizaci kybernetiky a výpočetní techniky
- ▶ 1958 – založen Ústav elektronických řídicích zařízení (NIIUEN): vývoj systémů řízení výroby a specializovaných počítačů Dněpr a UM-1NCH

Sergej Lvovič Sobolev (1908–1989)

Matematik, tvůrce Sobolevových prostorů

- ▶ Významný sovětský matematik, přispěl k rozvoji funkcionální analýzy a parciálních diferenciálních rovnic
- ▶ Spoluzakladatel a propagátor kybernetiky v SSSR po roce 1955
- ▶ Podílel se na vzniku Sibiřského vědeckého centra Akademie věd SSSR v Novosibirsku



Anatolij Ivanovič Kitov (1920–2005)

Pionýr sovětské kybernetiky a informatizace řízení

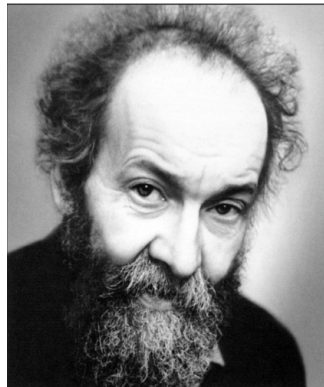
- ▶ Vojenský inženýr a informatik, propagátor využití výpočetní techniky v řízení státu i armády
- ▶ Autor knihy *Elektronické číslicové stroje* (1956) – významná pro popularizaci výpočetní techniky
- ▶ Navrhl projekt OGAS – celostátní systém automatizovaného řízení ekonomiky pomocí sítě počítačů



Alexej Andrejevič Ljapunov (1911–1973)

Matematik a jeden ze zakladatelů sovětské kybernetiky

- ▶ Specialista na teorii pravděpodobnosti, matematickou logiku a automatizaci výpočtů
- ▶ Aktivní v oblasti teorie algoritmů a vývoje softwaru pro sovětské počítače
- ▶ Podílel se na organizaci výzkumu v oblasti kybernetiky v Akademii věd SSSR



Kybernetika v 60. letech: fáze rozmachu

Institucionalizace a expanze

- ▶ Po rehabilitaci na konci 50. let dochází v 60. letech k rychlému rozvoji kybernetiky v SSSR
- ▶ Zakládají se nové výzkumné ústavy a katedry kybernetiky, vzniká síť institucí zaměřených na automatizaci a řízení
- ▶ V roce 1961 vychází v časopise *Voprosy filosofii* manifest *Kybernetika — služebnice komunismu*, který deklaruje její význam pro budování socialistické společnosti
- ▶ Gluškov zakládá Ústav kybernetiky Akademie věd Ukrajinské SSR v Kyjevě (1962), který se stává hlavním centrem výzkumu v oblasti automatizace řízení
- ▶ Kybernetika se stává součástí státní ideologie – je prezentována jako nástroj efektivního řízení a plánování v duchu vědeckého komunismu

Anatolij Kitov a návrh celostátního systému řízení (1958–1959)

Vizionářský návrh a jeho důsledky

- ▶ Již v roce 1958 Kitov navrhl vytvoření jednotného systému řízení národního hospodářství i ozbrojených sil pomocí počítačů a matematicko-ekonomických modelů
- ▶ Roku 1959 zaslal návrh dvakrát přímo Chruščovovi – požadoval vytvoření celostátní sítě výpočetních center propojených elektronickou komunikací (předchůdce internetu)
- ▶ Návrh zahrnoval civilní i vojenskou sféru a předpokládal využití strojového zpracování dat ke zlepšení plánování a koordinace výroby
- ▶ Odmítnut kvůli neochotě vojenských i stranických struktur sdílet řízení a data mezi sektory
- ▶ Kitov byl následně vyloučen z Komunistické strany SSSR a odvolán z pozice šéfa Centrálního výpočetního centra Ministerstva obrany



Dědictví návrhu: EGSVC a OGAS

Kitovovy myšlenky ovlivnily další vývoj

- ▶ Přestože byl původní návrh odmítnut, jeho ideje žily dál a staly se základem pro další projekty
- ▶ 1964 – projekt **EGSVC** (Jednotná státní síť výpočetních center): zamýšlen jako základní informační infrastruktura pro plánování a řízení
- ▶ 1980 – projekt **OGAS** (Celostátní automatizovaný systém řízení hospodářství): ambiciózní návrh Gluškova na decentralizovanou síť pro ekonomické řízení
- ▶ Oba projekty však zůstaly nerealizovány kvůli odporu institucí a obavám ze ztráty moci
- ▶ SSSR tak mohl mít první národní počítačovou síť už v roce 1958 – dříve než ARPANET (1969) v USA či Cybersyn (1971) v Chile



OGAS: Ambiciózní, ale nerealizovaný projekt

Celostátní automatizovaný systém řízení hospodářství (OGAS)

- ▶ Návrh vznikl v 60. letech pod vedením Viktora Glušкова, rozvíjen ve spolupráci s dalšími výzkumníky z Ukrajinské akademie věd
- ▶ OGAS měl být decentralizovaný systém propojených výpočetních center napříč celým SSSR, rozdělený do tří úrovní: místní, regionální a celostátní
- ▶ Cílem bylo zvýšit efektivitu plánovaného hospodářství pomocí zpracování dat v reálném čase a optimalizace výrobních procesů
- ▶ Projekt počítal s digitalizací velkého množství ekonomických informací a jejich sdílením mezi sektory
- ▶ Plán předpokládal zřízení až 20 000 terminálů a centralizované databáze, které by pomáhaly řídit průmysl, dopravu i logistiku
- ▶ Přes značný technický a vědecký potenciál OGAS nikdy nebyl plně realizován – projekt blokovala byrokracie, rivalita mezi ministerstvy a strach z oslabení

politické kontroly



Viktor Michajlovič Gluškov (1923–1982)

Zakladatel sovětské školy kybernetiky a teorie digitální automatizace

- ▶ Vedoucí kybernetického výzkumu na Ukrajině, zakladatel Ústavu kybernetiky v Kyjevě (1962)
- ▶ Významně se podílel na rozvoji teorie automatů a digitálních počítačů
- ▶ Navázal na myšlenky Kitova – rozpracoval projekt OGAS: celostátní automatizovaný systém řízení hospodářství
- ▶ Propagátor využití počítačů nejen pro vědu a armádu, ale i pro řízení státní ekonomiky a plánování



Gluškov a švédský článek: jak obejít sovětské předsudky

Vynalézavost v ideologickém systému

- ▶ Gluškov dobře chápal, jak velkou autoritu má Západ u sovětského vedení – často větší než vlastní vědci
- ▶ Když jeho návrh na použití **programově-technických komplexů** narazil na odpor ("na Západě se to tak nedělá"), rozhodl se obejít problém kreativně
- ▶ Požádal švédského kolegu, aby termín *program-technical complex* použil v anglicky psaném článku
- ▶ Jakmile článek vyšel, předložil ho jako důkaz, že i "na Západě" se tento koncept používá – návrh byl nakonec přijat
- ▶ Ukázka toho, jak bylo nutné využívat diplomacii a kreativitu k prosazení technických projektů v podmínkách ideologického dohledu

Závěrečné shrnutí: Kybernetika v SSSR

Co jsme si ukázali

- ▶ Počáteční rozvoj teorií řízení a výpočetní techniky probíhal v SSSR paralelně se Západem, ale bez sjednocujícího rámce
- ▶ V 50. letech byla kybernetika označena za buržoazní pavědu a ideologicky potlačena
- ▶ Od poloviny 50. let dochází k rehabilitaci a v 60. letech k prudkému rozmachu kybernetiky
- ▶ Významné osobnosti jako Kitov, Sobolev, Ljapunov a Gluškov sehrály klíčovou roli v prosazení nových směrů
- ▶ Ambiciózní projekty jako OGAS nebo EGSVC měly potenciál vytvořit první národní počítačovou síť, ale byly zastaveny z politických důvodů
- ▶ Příběh sovětské kybernetiky ukazuje složitý vztah mezi vědou, ideologií a byrokracií



Děkuji za pozornost
Otázky?

