

A SZOVJET AUTOMATIZÁLÁSI TUDOMÁNY 50 ÉVE

BENEDIKT OTTÓ
AKADÉMIKUS

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZETE, BUDAPEST

A tanulmány nagy vonalakban ad képet a szovjet automatizálási tudomány hatalmas iramú fejlődéséről, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom óta eltelt időszakban.

— „*Mi az automatizálás célja? Mit adhat az automatika az emberiségnek? Ahhoz, hogy ezekre a kérdésekre válaszolhassunk, megpróbáljuk körvonalazni az automatizálás következményeit és tisztázni, hogy milyen hatást fog gyakorolni az emberiségre a jövőben. Az automatizálás első és legfontosabb eredménye a munka termelékenységének hatalmas növekedése*” — az IFAC (Nemzetközi Automatizálási Szövetség) Moszkvában tartott első kongresszusán mondta ezeket a szavakat V. A. TRAPEZNYIKOV akadémikus, a plenáris ülésen elhangzott beszédében.

A kommunizmus felépítésének egyik alapfeltétele, hogy a munka termelékenysége és a termelés színvonala hatalmas mértékben növekedjék. Ez a feltétel elképzelhetetlen a termelési folyamatok automatizálása nélkül, és elengedhetetlenné válik a korszerű kibernetikai eszközök bevezetése az egész népgazdaságban, az irányítás és a szervezés területén. Napjainkban a két rendszer békés versenyének korszakában különös jelentősége van a tudományos és műszaki eredményeknek, mivel ezekre irányul az egész emberiség figyelme, ezek az eredmények egyúttal a békés verseny legfontosabb állomásait jelentik.

A Szovjetunió hatalmas sikerei az automatizálás és a műszaki kibernetika területén az egész világon nagy elismerést vívtak ki maguknak.

A Szovjetunió nagy figyelmet fordít a természettudományok minden ágának fejlesztésére és a legtöbb területen kiemelkedő sikereket ér el. Így az automatizálásban és a műszaki kibernetikában — különösen az elméleti kutatások területén — a Szovjetunió kimagasló szerepet tölt be. A szovjet tudósok nagyszerű eredményei nagymértékben hozzájárultak ahhoz, hogy az önműködő szabályozás elmélete önálló tudományos diszciplinává vált és ez alkotja a korszerű automatizálás alapját.

A szovjet tudomány eredményei nagy orosz tudósok és mérnökök korábbi eredményeinek talaján nőttek ki. Csak néhány alapvető találmányt és nevet említünk. Így I. I. POLZUNOV 1765-ben találta fel ismert automatikus szabályozóját. A világhírű szovjet matematikus, P. L. CSEBISEV, az orosz

matematikai iskola megalapítójának munkái nagy jelentőségűek az automatizálás elméletének fejlődésében is. A *centrifugális szabályozóról* írt könyve előfutára volt I. A. VISNYEGRADSKIJ alapvető munkáinak. VISNYEGRADSKIJ-nak 1876-ban kiadott „*A szabályozások általános elméletéről*” című dolgozata, amely az asztatikus szabályozók kérdéseit tárgyalta, a szabályozáselmélet egyik kiindulópontja lett.

VISNYEGRADSKIJ a centrifugális szabályozóval felszerelt gőzgép üzemi viszonyaiból indult ki, és ezt a feladatot jelentősen egyszerűsítette linearizálási módszerekkel (pl. a kis lengések módszerével). A szabályozott szakaszból és szabályozóból álló rendszert lineáris differenciálegyenlettel írta le, és a feladatot homogén egyenlet általános megoldásával jellemzett rendszer mozgására vezette vissza. VISNYEGRADSKIJ egyszerűsítő feltételezést vezetett be: eszerint a terhelés pillanatszerűen változik és ezután a továbbiakban állandó marad. Az így nyert egyenletből levezette a rendszer stabilitási feltételét, és elsőként különítette el a paraméter síkot stabilitási tartományokra (Visnyegradszkij-féle diagram). Említésre méltó, hogy a szabályozáselmélet nemlineáris kérdésével foglalkozó első munka a világon szintén VISNYEGRADSKIJ nevéhez fűződik („*A nem közvetlen működésű szabályozókról*”, 1878). 1892-ben jelent meg A. M. LJAPUNOV-nak „*A stabilitás általános feladata*” című munkája, amely a stabilitáselmélet és a teljes szabályozáselmélet fejlődésének egyik kiemelkedő jelentőségű alpmunkája. Ebben a munkában LJAPUNOV a tudomány történetében először fogalmazta meg a stabilitás fogalmának szigorú meghatározását és két módszert dolgozott ki a stabilitási feladatok megoldására. Az első módszer (vagy másként az első közelítés módszere) különleges jelentősége abban áll, hogy lehetővé teszi a lineáris differenciálegyenleteken alapuló stabilitás-vizsgálat alkalmazási határának pontos megállapítását. A második módszer tételei lehetővé teszik, hogy a stabilitást sok esetben nemcsak végtelenül kis eltérésekre („stabilitás kicsinyben”), hanem véges eltérésekre is („stabilitás nagyban”) vizsgálni lehessen. LJAPUNOV módszerének igazi reneszánszát a 60-as évek hozták meg, és ma az egész világon az ő munkái alkotják a szabályozási problémák mélyebb értelmezésének alapjait.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom után a tudományág hatalmas fejlődésnek indult. Feltétlenül figyelembe kell venni, hogy ez a fejlődés történelmileg rendkívül nehéz körülmények között ment végbe. A polgárháború évei, a szocialista átalakulás nehézségei, majd a második világháború óriási emberi és anyagi veszteségei számos nehézséget okoztak a fejlődés során. Meg kell jegyezni, hogy a felsorolt nehézségeken kívül az 50-es években bizonyos dogmatikus nézetek is gátolták a fejlődést a kibernetika elveinek terjesztésében. Mindennek ellenére a szovjetkorszakban az automatizálás, majd a műszaki kibernetika világraszóló eredményeket ért el.

A szovjet népgazdaság helyreállításának időszakában az irányításelmélet területén végzett kutatómunka leginkább az egyetemek tanszékein és

laboratóriumaiban folyt, vagyis azokban a központokban, amelyek még 1917 előtt jöttek létre (a *Leningrádi Technológiai Intézetben*, a *Leningrádi Műegyetemen*, a *Moszkvai Műegyetemen*, a *Dnyepropetrovszki Bányászati Egyetemen*). Már az első 5 éves tervek idején a kutatómunka súlypontja átkerült az újonnan szervezett nagy tudományos kutatóintézetekbe. Ilyenek voltak az *Össz-szövetségi Hőtechnikai Intézet (VTI)*, az *Össz-szövetségi Elektrotechnikai Intézet (VEI)*, több gépgyári laboratórium (pl. a *Leningrádi Fémtechnikai Gyár*, az „*Elektroszila*” gyár, a *Harkovi Elektrotechnikai Gyár* laboratóriuma) stb.

Az említett korszak egyik első szovjet munkája a szabályozáselmélet területén I. N. VOZNYESZENSZKIJ nevéhez fűződik, aki 1922-ben publikálta „*Nem közvetlen működésű szabályzókról*” szóló munkáját.

A Szovjetunió iparosításának éveiben a szovjet tudósok kiterjesztették a gépek és géprendszerek szabályozásának fogalmát és olyan problémákat vetettek fel, mint pl. a szabályozás minősége vagy a szabályozók szintézise. Viszonylag rövid idő alatt a szovjet tudósok még magasabb szinten vizsgálták a szabályozott rendszerek stabilitási módszereit. Jelentős eredményeket értek el a szabályozott szakaszok dinamikájának vizsgálatában is és lefektették a szabályozási rendszerek analizisének alapjait olyan esetre, amikor e rendszerekre állandó zavaró erők hatnak.

A második világháborúig terjedő időszakban egy sor alapvető munkát említhetnénk, amelyek a *VTI*-ben és a *VEI*-ben folytak. 1934-ben VOZNYESZENSZKIJ először fogalmazta meg az autonóm szabályozás elvét. Az autonóm szabályozás elméletével foglalkozik „*Több szabályozott paraméterű gép szabályozásáról*” szóló cikke. VOZNYESZENSZKIJ-nek fő érdeme, hogy olyan általános módszert dolgozott ki, amelynek segítségével a több szabályozott paraméterű rendszer szabályozási folyamatát több autonóm folyamatra lehet felbontani. Ezáltal kiterjesztette az autonómítás feltételeit és megoldotta a közvetlen szabályozás szintézisének konkrét feladatát az általa felállított korlátozó és egyszerűsítő feltételezések esetére.

Az *Össz-szövetségi Hőtechnikai Intézetben (VTI)* nagy munkát fejtettek ki a turbinaszabályozás és a hőtechnikai folyamatok szabályozása területén. A. V. SCSEGLAJJEV 1938-ban publikálta az első rendszerbe foglalt munkát a turbina szabályozásról. A Szovjetunió villamosításának rendkívül gyorsütemű fejlődése fokozódó követelményeket támasztott a villamosenergia előállításának és elosztásának automatikus szabályozásával szemben. Ezen a téren fontos munkát végeztek a *VEI*-ben. Itt dolgoztak ki elsőként nemlineáris visszacsatolású követő rendszereket.

Nagy jelentőségűek azok a munkák, amelyeket a *VEI*-ben Sz. A. LEBEGYEV és P. Sz. ZSDANOV dolgoztak ki az energiarendszer stabilitása területén.

1938-ban és 1939-ben publikálta A. V. MIHÁJLOV azokat a munkáit, amelyek a szabályozáselméletben döntő jelentőségűek voltak. MIHÁJLOV elő-

szőr használta fel a frekvenciamódszereket a szabályozók stabilitásvizsgálására. Új kritériumot javasolt lineáris automatikus szabályozási rendszerek stabilitásvizsgálatára, amely a Cauchy-féle argumentum elvén alapszik.

MIHAJLOV fogalmazta meg a strukturális analízis kérdését is. A technika fejlődésével egyre fontosabb lett a stabilitási analízisre szolgáló módszerek korszerűsítése mellett a pontosság fokozására és a szabályozás minőségének javítására irányuló törekvés. Olyan tudományosan megalapozott módszereket kellett kifejleszteni, amelyek a szabályozási minőség vizsgálati módszereiben figyelembe veszik a rendszer folytonosan ható zavaró erőket. A VEI-ben fogalmazták meg az elosztott paraméterű rendszerek stabilitásvizsgálatának feladatát, megalapozták a frekvenciakritériumok felhasználását erre a célra. 1940-ben V. Sz. KULEBAKIN akadémikus fogalmazta meg azt a feladatot, amely szerint az automatikus szabályozó paramétereit a szabályozási folyamatra vonatkozó követelmények alapján kell meghatározni. Ugyanakkor módszert javasolt a szabályozás minőségének elemzésére a tranziens folyamat integrál-kritériumai alapján. N. N. LUZIN akadémikus javasolta a mátrix számítási módszerek alkalmazását a szabályozáselelméletben.

1939-ben a Szovjetunió Tudományos Akadémiája létrehozta az *Automatizálási és Telemechanikai Intézetet (IAT)*, amely fennállása során napjainkig is nagy hatást gyakorol az automatizálás fejlődésére és az általános irányításelelméletre.

1939-ben jelent meg az „*Avtomatika i Telemechanika*” című folyóiratban G. V. SIPANOV cikke a zavaró hatások teljes kompenzálásának elvéről. Ebben az időben SIPANOV munkáját éles kritika fogadta, azonban ma már nyilvánvaló, hogy ez a munka alapvető szerepet játszik az információelelméletben.

Az automatika fejlődése a Szovjetunióban a Nagy Honvédő Háborúig a két össz-szövetségi automotikaelméleti kongresszus alapján követhető, amelyek közül az elsőt 1935-ben Leningrádban, a másodikat 1940-ben Moszkvában tartották.

Az első leningrádi tanácskozás elsősorban a gőzturbinaszabályozók elméleti kérdéseivel és számításával foglalkozott. Ezen a tanácskozáson megállapították többek között, hogy a Hurwitz-kritérium nem elégséges a konstruktőr számára a szabályozó tervezésekor, mivel a szabályozási rendszerek elemeiben levő nemlinearitások a szabályozó működésére lényeges hatást gyakorolnak. Így a szabályozási feladatok megoldására új utakat kellett keresni. Ez a kongresszus jelentős mértékben megszabta, hogy a szabályozáselelmélet területén az ezt követő időszakban milyen legyen a fejlődés iránya.

Az 1940-ben lefolytatott *második* tanácskozást a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának *Automatizálási és Telemechanikai Intézete (IAT)* rendezte meg. Az előző tanácskozástól eltérően, itt a feladatok viszonylag szűk körét tárgyalták meg. Ez a kongresszus elsősorban a szabályozás általános elméletének feladataival foglalkozott.

A. A. ANDRONOV először mutatott rá arra, hogy matematikai szempontból a rendszerek saját lengései statikus határciklusok. ANDRONOV a későbbiekben kidolgozta azt a matematikai apparátust, amely az elektrotechnika és rádiótechnika különböző területein előforduló nemlineáris feladatok megoldására alkalmas. Ez az apparátus lehetővé tette, hogy ANDRONOV és a körülötte kialakult iskola egy sereg fontos nemlineáris feladatot oldjon meg.

Az első öt éves terv éveiben helyeztek üzembe több nagyteljesítményű szinkrongenerátort. Ezek működése rendkívül időszerűvé tette a stabilitás kérdésének vizsgálatát. 1937-ben az ukrán *Ipari Energetikai Intézet* kiadta N. M. KRILOV és N. N. BOGULJUBOV munkáját a párhuzamosan működő generátorok lengéseinek stabilitás elemzéséről. Ez volt az egyik első kísérlet a szabályozáselmélettel határos nemlineáris feladat megoldására. Ugyanabban az évben jelent meg ANDRONOV, HAJKIN és VITTE „*Lengések elmélete*” című könyve, valamint KRILOV és BOGULJUBOV „*Bevezetés a nemlineáris mechanikába*” című műve. Ezek a munkák hamarosan világszerte ismertté váltak és a szabályozáselmélet legfontosabb nemlineáris feladatainak megoldására szolgáltak alapul.

1944-ben és az azt követő években ANDRONOV és a mellette dolgozó tudósok és munkatársak egy sereg fontos munkát publikáltak a nemlineáris automatikus szabályozó rendszerek vizsgálatáról. Módszerük alapján oldották meg a szabályozó rendszerek stabilitási feladatát, a szokásos egyszerűsítő feltételek figyelembevétele nélkül.

Az 1944-et követő években olyan módszereket dolgoztak ki a szovjet tudósok, amelyek segítségével koncentrált és elosztott paraméterű lineáris rendszerek stabilitásának vizsgálatát tudták elvégezni.

Jelentős fejlődésen mentek keresztül a lineáris szabályozási rendszerek minőségvizsgálati módszerei: a frekvencia módszer, az integrál-becslések módszere, gyökhelygörbe módszer. Jelentős sikereket értek a szakaszos szabályozási elmélet fejlesztésében is. Kidolgoztak módszereket tranziens folyamatok meghatározására a lineáris és nemlineáris rendszerekben.

A lineáris rendszerek szintézisének módszerei szintén nagy fejlődésnek indultak. Ezek segítségével a lineáris rendszereket adott minőségi követelmények szerint lehet felépíteni a külső — többek között az abszolút értékkel meghatározott vagy statisztikusan megadott — hatások figyelembevételével. Tökéletesítették továbbá a többparaméteres bonyolult rendszerek szintézis módszereit.

Jelentős eredményeket értek el a bonyolult szabályozási szakaszok dinamikus tulajdonságainak vizsgálatára szolgáló kísérleti módszerek kidolgozása területén is.

Az 50-es évek elején a szovjet tudósok komoly sikereket értek el a szabályozási rendszerek fizikai és matematikai modellezése területén. Ezekben az években dolgozták ki a rendszerek minőségének frekvencia-elemzésére és

szintézisére szolgáló módszereit és kimutatták annak szerves kapcsolatát a stabilitás frekvencia vizsgálati módszereivel. Jelentős mértékben előtérbe került a többváltozós, egymással keresztkezelésben álló bonyolult rendszerek szabályozási elméletének kidolgozása. Igen általános szintézis módszert dolgoztak ki a linearizált rendszerek stabilitása területén, mind elosztott paraméterű, mind diszkrét rendszerek esetében. Jelentős mértékben fejlődött a digitális szabályozás elmélete. Lefektették a statisztikusan ható zavaró hatások alatt működő rendszerek analizésének és szintézisének módszereit.

A legfontosabb eredmények felsorolása egyre nehezebbé válik, hiszen csaknem lehetetlen mindazokat a jelentős eredményeket megemlíteni, amelyeket szovjet tudósok az elmúlt évek során elértek. Talán csak egy kimagasló eredményt említenék meg, anélkül, hogy a többi jelentőségét csökkenteni akarnánk. 1956-ban L. Sz. PONTRIJAGIN és munkatársai nyilvánosságra hozták az A. A. FELDBAUM által megfogalmazott optimális irányítási probléma megoldására szolgáló elméletüket, amely a Pontrijagin-féle maximum-elv révén vált ismeretessé. Ennek segítségével komoly elméleti és gyakorlati eredményeket értek el, és ez az elv jelenleg is a nemzetközi automatikai kutatás középpontjában áll, mint az optimális irányítás egyik alapmódszere.

A kibernetikára vonatkozó dogmatikus nézetek kiküszöbölése nagy lendületet adott a témakör fejlődésének. Bár a szovjet tudósok kutatásai korábban is jelentősek voltak e területen, a szabadabb légkör új széles perspektívákat nyitott.

Nem véletlen, hogy az *IFAC* I. kongresszusát Moszkvában tartották. Ez a Szovjetunió automatikai és műszaki kibernetikai kutatása terén elért eredmények elismerését jelentette. A kongresszus széles körű nemzetközi elismerésben részesült. Igaz, ma már túl vagyunk az *IFAC* III. kongresszusán is, de az első kongresszust még mindig a legjelentősebbnek, legsikeresebbnek tartják, amely komoly mértékben járult hozzá a tudományág tudósainak és szakembereinek nemzetközi közeledéséhez. Az *IFAC* munkájában a szovjet tudósok vezető szerepet töltenek be, és munkájukat nagy elismerés kíséri. A szovjet automatika, műszaki kibernetika fejlődését, jelenlegi állapotát különböző dokumentumok alapján érzékelhetjük a legjobban.

1953-ban Moszkvában tartott *Össz-szövetségi Automatizálási Kongresszus* után 1965 szeptemberében tartották meg a *III. Össz-szövetségi automatikus irányítási (Műszaki-kibernetikai) kongresszust* Odesszában a „Nahimov admirális” cirkálón, széles körű nemzetközi érdeklődés mellett. A kongresszus határozata rögzítette a tudományág helyzetét a Szovjetunióban: „A második Össz-szövetségi Kongresszus óta eltelt 12 év óriási fejlődést hozott az automatikus irányítás elméletében. Széles körben kerültek bevezetésre az automatikus irányítási rendszerek az ipar különböző területein, így a kohászati, a vegyi és az energetikai ipar területén. Ezek az eredmények tették lehetővé automatikus gépsorok

automata üzemek, a legbonyolultabb nukleáris berendezések létrehozását, szputnyikok és kozmikus berendezések kilövését.

12 évvel ezelőtt az automatizálás csupán egyes berendezésekre, folyamatokra terjedt ki. Az ipar és a tudomány további fejlődése az ipar komplex automatizálását tette szükségessé. Jelenleg a műszaki kibernetika módszerei egyre átfogóbb alkalmazást nyernek az egész népgazdaság irányítása területén.”

A kongresszus határozata a továbbiakban leszögezte, hogy „*az automatikus irányítás területén lényeges eredmények születtek. Az automatikus irányítás szovjet iskolájának elméleti eredményeit a világ összes tudósa elismeri. Az automatikus irányítás elméletének olyan klasszikus területei mellett, mint a lineáris, nemlineáris, keresztkapcsolatú és diszkrét rendszerek elmélete, az invariancia elmélete mellett új fejezetek születtek, mint az optimális rendszerek elmélete, a duális irányítás elmélete, alakfelismerés, érzékenységi elmélet, nagy rendszerek irányítási elmélete stb.”*

Ez a határozat rögzítette le azokat az eredményeket, amelyeket a Szovjetúnióban a legutóbbi időszakban értek el. Így az utóbbi években a szovjet tudósok komoly eredményekre jutottak az invariancia elmélete terén. Megfogalmazták az invariancia feltételek megvalósíthatósági kritériumát. Eredményekre jutottak a nemlineáris rendszerek, a változó és elosztott paraméterű rendszerek, változó struktúrájú rendszerek invarianciája, valamint a poliinvariancia terén. Az invariancia vizsgálatba bevonták az optimális folyamatok elméleti apparátusát és ezáltal tömörített formában kapták meg az általános invariancia feltételeket, amelyek szorosan kapcsolódnak az irányíthatóság fogalmával.

Az utóbbi időben igen sok munka jelent meg a korrelált rendszerekre vonatkozólag, amelyek többségére a korrelált szabályozás elméletére korábban legtipikusabbnak tartott autonomitási problémától való eltávolodás jellemző. Mind nagyobb érdeklődésre tesz szert a rendszerek racionális struktúrájának szintézis feladata, bár ebben az irányban az eredmények még csak a kezdő lépések stádiumában vannak.

A korrelált rendszerek elmélete területén sok munka alapult az egyetlen szabályozott változójú rendszerekre kiterjesztett módszereken; a legtöbb gyakorlati feladat viszont ma már olyan új megoldási algoritmusokat igényel, amelyek figyelembe veszik a korrelált rendszerek, a nagy rendszerek sajátosságait.

Nagy érdeklődést keltettek azok az utóbbi években megjelent munkák, amelyek a szabályozási rendszerek érzékenységi problémáival foglalkoznak. Ezek a munkák nemcsak az irányítási rendszerek pontosság-vizsgálatára használható apparátust adtak, hanem segítségükkel hatékony adaptív, optimalizációs és automatikus szintézis algoritmusokat lehetett felépíteni.

Jelentős eredményeket értek el a szovjet tudósok a nemlineáris rendszerek vizsgálata területén is. A Ljapunov-féle módszert felhasználó munkák klasszi-

kussá váltak. Széles körben terjedtek el azok a frekvencia módszerek, amelyek mind folyamatos, mind diszkrét nemlineáris rendszerek abszolút stabilitásának vizsgálatára szolgálnak. Emellett fejlődésnek indultak a bonyolult nemlineáris rendszerekben fellépő periódusos üzemek meghatározására szolgáló módszerek, valamint a nemlineáris rendszerek elméletében új fejezetet jelentő változó struktúrájú irányítási rendszereket tárgyaló munkák.

A második *Össz-szövetségi Kongresszuson* tárgyalták először az optimális rendszerek elméletének feladatait. Napjainkban ez az elmélet már végleges körvonalat nyert, és egy sereg olyan eredménnyel gazdagodott, amelyek a modern matematikának a technikában való alkalmazására klasszikus példaként szolgálnak.

A második *Össz-szövetségi Kongresszus* utáni években elsőként vetették fel az önszervező — adaptív — és tanuló rendszerek létesítésének feladatait. E rendszerek elméletének gyors fejlődését a gyakorlat igényei indokolták, ahol folytonos és a priori ismeretlen módon változó paraméterű irányítási szakaszok feladatait kell megoldani. Az utóbbi években lényeges eredmények születtek az adaptív rendszerek elméletében, azonban még nincsenek eléggé általános vizsgálati módszerek, amelyekkel az adaptív folyamatokat egységes szempontból lehetne tanulmányozni. Egyetlen kivételt jelent talán a duális irányítás elmélete, azonban itt a rendszer-szintézis módszerek még igen bonyolultak.

Csupán néhány évvel ezelőtt merültek fel az irányítástechnika egy igen érdekes fejezetének, az alakfelismerésnek a feladatai. Ezek a munkák egyaránt folynak elméleti és alkalmazott szinten. Az ez irányban folyó elméleti munkák általában a feladat pontos megfogalmazását, algoritmusok kidolgozását és konvergencia-bizonyításokat jelentenek. Itt megkülönböztethetünk determinisztikus és véletlen feladatokat. Azonban a pontos megfogalmazásokat elég egyszerű feladatokra javasolták eddig még, bár a most kidolgozott algoritmusok is széles körű alkalmazásra tettek szert az orvosi diagnosztika, a geológiai és meteorológiai prognózisok, a rádiólokációs jelek desiffrirozása stb. területén. Az olyan bonyolultabb felismerési feladatok megoldása, mint géppel és kézzel írt szövegek olvasása, légi felvételek megfejtése stb., amelyeket az általános algoritmusú elméleti munkákban javasoltak, eddig nem bizonyultak túlságosan hatékonyaknak. Jelenleg heurisztikus algoritmusokat dolgoznak ki, amelyek ugyan mindenkor egy-egy konkrét feladatra vonatkoznak, de lényegesen hatásosabbak, mint az általános jellegű algoritmusok.

A relés berendezések és véges automaták elméletének jelenlegi helyzetét a vizsgált feladatok jelentős komplikálódásával lehet jellemezni és azzal, hogy ezek a feladatok mind szorosabban kapcsolódnak a kibernetika más területein keletkező feladatokkal, mint a kódolás elmélete, a megbízhatóság-elmélet stb.

A második *Össz-szövetségi Kongresszus* előtt messzemenően nem kielégítően fejlesztették a statisztikus módszereket az automatikus irányítás elméletében és alkalmazásuk is igen korlátozott volt. A legutóbbi időszakban viszont széles körben elismerték a statisztikus módszerek jelentőségét az irányítási folyamatok elméletében. Jelenleg elképzelhetetlen a statisztikus elmélet alkalmazása nélkül a bonyolult, különösen az adaptív tanuló és más önszervező rendszerek, valamint a nagy rendszerek elméletének fejlesztése. Az elmúlt időszakban széles körben terjedtek el a statisztikus linearizáláson alapuló módszerek nemlineáris rendszerek számítására. Kidolgozták az optimális rendszerek statisztikus elméletét és statisztikus módszereket fejlesztettek ki a rendszerek dinamikus jellemzőinek kísérleti meghatározására.

Az utóbbi években a nagy rendszerek irányításának elmélete és a gyakorlat terén lényeges eredmények születtek. Kidolgozták a hálós tervezési irányítási módszereket, amelyek széles körben kerültek gyakorlati alkalmazásra. Nagy fejlődésnek indult a tömegellátási rendszerek elmélete. Vizsgálatokat folytatnak a nagy rendszerek irányításához szükséges információmennyiség meghatározására, optimális hierarchikus irányítási rendszerek létesítése céljából.

Nagy figyelmet szenteltek a legutóbbi években a Szovjetunióban a nagy rendszerek matematikai modellezésének. Ennek eredményeképpen sikerült olyan irányítási algoritmusokat készíteni, amelyek a célfüggvény elérését optimális hatékonysági kritérium mellett biztosítják. Azonban a matematikai modellek építési alapelveinek fejlesztése még csak most indul meg. A termelési folyamatok operatív irányítási feladata egyre bonyolultabbá válik, és rendkívül fontossá teszi hatékony módszerek kialakítását a termelés operatív irányítása és az így kapott optimális tervek megvalósításának irányítása céljából.

A nagy rendszerek irányítása elképzelhetetlen lenne a korszerű számítástechnika eredményeinek felhasználása nélkül. Irányítási rendszereket dolgoztak ki és vezettek be nagyteljesítményű energetikai egységek irányítására, különleges számítógépeket készítettek energiarendszerek és hőerőművek gazdaságos üzemének számítására és automatikus irányítására. Azonban a számítástechnika bevezetését, különösen technológiai folyamatok irányítására, fékezte az a tény, hogy a gépeket a termelésirányító berendezésekkel szemben támasztott összes követelmény figyelembevétel nélkül dolgozták ki. Ezeket a fékező tényezőket a Szovjetunióban felismerték és intézkedéseket tettek a kiküszöbölésükre.

A digitális számológép-technika önmagában nem oldja meg az automatizálás minden feladatát. Eredményeket csak úgy lehet elérni, ha egyidejűleg az automatizálás teljes technikai fegyvertárát felhasználják. Ez vonatkozik a másik oldalról az irányítási rendszereket tervező intézményekre, amelyeknek kielégítő módon kell foglalkozniuk az algoritmizálás problémáival. Amint

a tapasztalat mutatja, a számológépes berendezéseket felhasználó irányító rendszerek szintéziséhez a blokk-elmet kell alkalmazni, ami azt jelenti, hogy egységesített információszerzési, feldolgozási és felhasználási blokkok alapján egyszerűen lehet tetszőleges hierarchikus struktúrát, irányítási rendszert felépíteni.

Az elmúlt időszakban jelentős eredmények születtek a telemechanika elmélete és technikája területén; kidolgozták az információátvitel optimális struktúráit és módszereit, a távvezérlési, távjelzési és távmérési berendezések építési elveit. Tömegesen áttértek az érintkező nélküli elemekre és kutatásokat végeztek a komplex telemechanikai rendszerek szintézisének elméleti alapjai területén.

Az utóbbi években különleges figyelmet szenteltek az objektumok matematikai modellezésének; széles körű alkalmazást nyertek a statisztikus-modell szerkesztési módszerek, különösen a regressziós módszerek. A legnagyobb érdeklődésre a kémiai technológiai folyamatok irányítása tett szert. Módszereket dolgoztak ki a kémiai reakciók irányítására.

Az elmúlt 10–12 évben megnőtt az automatikus irányítási berendezések, rendszerek és elemek megbízhatósági kérdéseinek jelentősége. A megbízhatóság egyik alapvető tényezővé vált a berendezések és rendszerek tervezésekor. Jelentős sikereket értek el a Szovjetunióban az egyes elemek megbízhatóságának növelésében, a megbízhatóság becslési módszereinek kidolgozásában, a tartalékolási módszerek fejlesztésében. További munkákat folytatnak a strukturális megbízhatóság, az optimális módszerek és a meghibásodások gazdasági oldalának becslése terén.

Az utóbbi éveket az új automatika elemek bevezetése jellemzi, olyan fizikai, fiziko-kémiai jelenségek és hatások alapján, amelyeket a legutóbbi időkben tártak fel, vagy régen ismertek ugyan, de csak most használják fel a technikában. Az információ feldolgozás elemei között széles körben terjedtek el az új félvezető és mágneses diszkrét funkcionális elemek. Meggyorsult az áttérés üteme a félvezető mikroelektronikus berendezésekre.

Az automatizálás műszaki eszközeinek fejlesztésében érdekes perspektivikus irányzatot jelentett az elmúlt periódusban a pneumatikus és hidraulikus digitális elemek és különösen a pneumatikus és hidraulikus fluid elemek megjelenése, ahol a szovjet tudomány elsőként ért el hasznosítható eredményeket.

A nagy jelentőségű, hatásában nemcsak a szovjet tudományt, hanem az egész világ tudományos életét érintő *III. Össz-szövetségi Automatizálási Kongresszus* határozatokat fogadott el a további tudományos kutatás végzésére az automatizálás és a műszaki kibernetika területén. Felhívta külön a figyelmet a szakemberképzés és utánpótlás rendkívül nagy jelentőségére. A kongresszus hangsúlyozta az automatizálási eszközök széles körű és komplex bevezetésének jelentőségét, nemcsak a technológiai folyamatok, hanem az egész gazdasági rendszer irányítása szempontjából is.

Ezzel kapcsolatosan meg kell még említeni azt a fontos tényt, hogy az utóbbi években a Szovjetunióban meggyorsult és kiszélesedett a tudományos munka az automatizálás gazdaságossága kutatásának területén is. Különösen rá kell mutatni TRAPEZNYIKOV akadémikusnak az említett kongresszuson tartott előadására, amelyben e kérdést részletesen analizálta és rámutatott az e területen addig fennálló néhány hibás nézetre, meggyőzően kimutatta, hogy az automatizálás szovjetunióbeli gyorsabb elterjedésének egyik feltétele e hibás nézetek felszámolása. Hozzá kell még tenni, hogy néhány nappal a kongresszus után megjelent a *Szovjetunió Kommunista Pártja Központi Bizottságának* az említett hibákat felszámoló „*Az ipar irányításának javításáról, a tervezés tökéletesítéséről és az ipari termelés gazdasági ösztönzésének fokozásáról*” szóló határozata.

E tanulmány csak rendkívül vázlatosan és nagy vonalakban tudott képet adni a szovjet tudomány és ezen belül az automatizálás tudományának hatalmas iramú fejlődéséről, a forradalom óta eltelt időszakban. A szovjet nép diadalmasan legyőzve ellenségeit és begyógyítva a háború ütötte sebeket, ragyogó eredményekkel és világraszóló sikerekkel mutatta meg alkotó erejét.

A magyar nép és a magyar automatizálási szakemberek elismeréssel adóznak azoknak a szovjet tudósoknak és dolgozóknak, akik ezeket a sikereket nagy áldozatok árán szívós munkával érték el.