APLICAȚIILE MATEMATICII ÎN INDUSTRIE

LASCU BAL, F. RADÓ, L. NÉMETI și D. MAROS

Institutul de calcul din Cluj întreține legături strînse de colaborare cu o serie de întreprinderi și instituții. În cadrul acestor legături se ridică o serie de probleme de matematică cerute de practică și de necesitatea introducerii tehnicii noi. Rezolvarea acestor probleme și aplicarea lor au adus, pe de o parte, foloase economiei noastre și, pe de altă parte, ne-au condus la studii matematice interesante.

Pentru rezolvarea problemelor ridicate de instituții și întreprinderi, Institutul are un plan de aplicații, în care se trec problemele pe măsura clarificării lor și încheierii convențiilor necesare. Pînă în prezent s-au încheiat 12 convenții tehnico-științifice și s-au întocmit 18 protocoale care s-au aplicat în practică. Acestea au adus realizări importante de economii sau au îmbunătățit procesul tehnologic și calitatea produselor.

Au fost rezolvate de Institutul de calcul probleme propuse de Uzinele „Tehnofrig", Fabrica de pielărie și încălțăminte, Uzinele „Unirea", Întreprinderea Regională de electricitate, Direcția de sistematizare, arhitectură și proiectarea construcțiilor, toate din Cluj, precum și Uzinele „Steagul Roșu", Direcția Regională C.F.R. din Brașov, Uzinele Metalurgice din Cugir, Industria Sîrmei din Cîmpia Turzii, Institutele de proiectări ale fostelor Ministere ale Agriculturii și Bunurilor de Consum și altele.

Problemele practice propuse de întreprinderi și studiate la Institutul nostru se împart în două categorii mari : probleme economice, la care s-a aplicat programarea matematică și probleme de construcții de mașini legate de cinematica și dinamica mecanismelor. Există și alte probleme, puține la număr, care nu se încadrează în aceste categorii mari.

Începem cu prima categorie.

Programarea liniară a fost aplicată cu succes la mai multe probleme practice concrete.

La cererea fostului Minister al Bunurilor de Consum am elaborat o metodă de calcul pentru determinarea cantităților de materii prime de compoziție dată, care trebuie să intre la fabricarea unei sticle de compoziție dată. Problema conduce la determinarea soluțiilor pozitive ale unui sistem de ecuații liniare. În general, acest sistem sau nu are soluții pozitive sau posedă o infinitate de asemenea soluții. Ținînd seama de abaterile admise față de compoziția prescrisă, sistemul de ecuații se transformă într-un sistem de inegalități și o parte din cazurile de incompatibilitate se transformă în cazuri compatibile. Pentru a alege soluția cea mai economică, se consideră funcția liniară care reprezintă costul materiilor prime, ce intră în sticlă, și problema devine de programare liniară. În cazul de față metoda simplex duală este cea mai avantajoasă din punctul de vedere al calculelor. Cu această ocazie am dat o demonstrație nouă, directă metodei simplex duale.

La cererea Uzinelor „Tehnofrig" Cluj am elaborat o metodă de calcul pentru șarjele cele mai economice la cuptoarele de topit fontă și am întocmit în baza acestei metode un tabel numeric, conținînd cele 32 cazuri de calități de fontă, care intervin la această uzină. Pentru fiecare caz, tabelul indică cantitățile de materii prime care urmează să fie topite, astfel ca înainte de a elabora o șarjă, trebuie să se facă numai o citire în tabel. S-a cerut determinarea cantităților de diferite materii prime, care intră în cuptorul de topit fontă, astfel ca să rezulte o fontă de compoziție conform STAS-ului și ca să fie respectate condițiile cu privire la structura cristalină a fontei, condiții care se exprimă sub forma unor inegalități între cantitățile de materii prime. Respectînd aceste restricții trebuie determinată soluția care corespunde la un produs final cu preț de cost minim. La această problemă expresia prețului de cost nu este o funcție liniară, din cauza deșeurilor proprii și a deșeurilor de turnare, care urmează să fie retopite și intră la topirea nouă ca o materie primă, fără preț de cost determinat. De aceea, prețul de cost s-a calculat din celelalte materii prime pe cantitatea ce rezultă din acestea și astfel prețul de cost devine cîtul a două funcții liniare.

Am fost astfel conduși la următoarea problemă:

Să se determine valorile reale, $x_1, x_2, \ldots, x_m$ astfel ca să satisfacă inegalitățile

$$x_j \geqslant 0,\ j = 1, 2, \ldots, m,$$

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} x_j \leqslant b_i,\ i = 1, 2, \ldots, n$$

și ca funcția

$$F = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j X_j + C_0}{\sum_{j=1}^{m} d_j x_j + d_0},$$

să fie maximă (sau minimă).

Am extins metoda simplex pentru această problemă.

Rezultatele prezentate în tabelul final puteau fi utilizate numai atunci cînd fabrica dispunea de un stoc complet de materii prime. Din această cauză

ni s-au cerut și calculele numerice în alte trei variante, în ipoteza stocurilor incomplete. Prețul de cost minim la aceste variante a fost, firește, mai ridicat, dar s-a asigurat aplicarea rezultatelor în condițiile practice. Prin folosirea tabelelor elaborate s-au realizat economii (postcalculate) de 84 000 lei anual.

O nouă direcție de cercetare la Institutul de calcul din Cluj a luat naștere în urma unor probleme înrudite între ele, ridicate de mai multe întreprinderi. Fabrica de pielărie și încălțăminte din Cluj, Industria Sîrmei din Cîmpia-Turzii, Fabrica de porțelan Cluj, Fabrica de mobile IPROFIL „Libertatea" ne-au cerut concursul în programarea lansării producției. La aceste probleme trebuie să se respecte termenele de livrare pe sortimente, solicitarea egală în timp a diferitelor ateliere, o serie de condiții tehnologice și economia de materii prime. În aceeași categorie putem clasifica și problemele de programare a circulației. Direcția Regională C.F.R. Brașov a cerut întocmirea unui grafic de circulație a locomotivelor de multiplă tracțiune pe distanța Brașov – Predeal cu prevederea unui număr minim de locomotive. Am elaborat soluții particulare pentru fiecare problemă în parte, valabile în condițiile precizate. Aceste soluții reprezentau economii considerabile față de soluțiile practicate de întreprinderi. Programul de lansare a producției elaborat de noi pentru Fabrica de pielărie și încălțăminte din Cluj elimina fluctuația în încărcarea atelierelor. Graficul elaborat de circulație, pe distanța Brașov – Predeal, prevedea 18 locomotive în loc de 22, fapt care s-a putut realiza printr-o ciclizare a programului pe 9 zile. Micșorarea numărului de locomotive ce trebuie ținute sub presiune a condus la economii considerabile (circa 8 000 lei zilnic).

Aceste probleme trebuie studiate și sub aspect general, întîi într-o formă teoretică, pentru a ajunge la metode generale de programare a lansării producției.

Din această problemă deosebit de complexă am studiat cîteva aspecte.

În cursul procesului de producție intervin așteptări în fața unor mașini. De asemenea, în problema graficului de circulație așteptările joacă rolul hotărîtor. În acest fel, am fost conduși la probleme de minimizare a așteptărilor în producție și circulație.

Să luăm o situație concretă, care a intervenit la Industria Sîrmei din Cîmpia Turzii, dar situații analoage apar la multe fabrici. Procesul de producție se desfășoară în felul următor: produsul trece printr-o serie de mașini, în ordine determinată; orice cantitate de produs, prelucrat la o mașină, poate trece la mașina următoare. Timpul de prelucrare al unui lot variază de la mașină la mașină. În aceste condiții fabrica trebuie să programeze o comandă urgentă. La această programare este firesc să impunem condiția ca o mașină, care a început să lucreze la lotul urgent să lucreze neîntrerupt la acest lot pînă la terminare. Atunci timpul de fabricație minim al lotului este determinat nu numai de timpul cel mai mare de prelucrare al mașinilor, ci și de așteptările în fața mai multor mașini. Dacă se admit întreruperi în timpul funcționării mașinilor la lotul considerat, atunci așteptările pot fi micșorate. Dar prea multe întreruperi nu pot fi admise, căci aceste întreruperi în funcționare trebuie utilizate pentru alte lucrări. Se poate admite de exemplu, cel mult o întrerupere la fiecare mașină. În aceste condiții problema revine la o problemă de minim, relativă la un șir de linii frînte, care reprezintă cantitatea produsă în funcție de timp. La fiecare linie frîntă se cunosc cîțiva parametri iar alți para-

metri trebuie determinați în așa fel ca lungimea totală a figurii să fie minimă. Este o problemă de îndesare a liniilor frînte, pentru care s-a elaborat o metodă de rezolvare bazată în parte pe raționamente geometrice și în parte pe rezolvarea unei probleme de programare liniară. Rezultatul este interesant și din punct de vedere geometric, iar problema de programare liniară prezintă particularitatea că se rezolvă în general, fără uzul algoritmului simplex sau a unui alt algoritm iterativ. Problema aceasta de programare liniară se enunță astfel:

Fiind date numerele pozitive $a_1, a_2, \ldots, a_p, b_1, b_2, \ldots, b_p$, se caută valorile reale $x_1, x_2, \ldots, x_p$ supuse la restricțiile următoare:

$$x_1 \geqslant x_2 \geqslant \ldots \geqslant x_p \geqslant 0,$$

$$(a_1 + b_1)\, x_1 \leqslant a_1,$$

$$(a_1 + b_1)\, x_1 + (a_2 + b_2)\, x_2 \leqslant a_1 + a_2,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$(a_1 + b_1)\, x_1 + \ldots + (a_{p-1} - b_{p-1})\, x_{p-1} \leqslant a_1 + \ldots + a_{p+1},$$

$$(a_1 + b_1) x_1 \ldots + (a_p + b_p)\, x_p = a_1 + \ldots + a_p,$$

astfel ca

$$F = b_1 x_1 + \ldots + b_p x_p$$

să ia valoarea minimă.

Am demonstrat că dacă restricțiile de mai sus sînt compatibile, atunci această problemă admite o singură soluție optimă:

$$x_1 = x_2 = \ldots = x_p = \frac{\sum_{h=1}^{p} a_h}{\sum_{h=1}^{p} (a_h + b_h)},$$

iar sistemul de inegalități

$$\frac{\sum_{h=1}^{i} a_h}{\sum_{h=1}^{i} b_h} \geqslant \frac{\sum_{h=1}^{p} a_h}{\sum_{h=1}^{p} b_h}, \qquad i = 1,2,\ldots, p-1,$$

este condiția necesară și suficientă pentru compatibilitatea restricțiilor.

Problema de așteptare pusă poate fi rezolvată și pe o cale pur analitică. Atunci sîntem conduși la un model matematic, care generalizează programarea liniară și pe care îl numim programare liniară cu condiții logice. Se formulează astfel: să se determine vectorul real $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ supus la restricțiile

$$x_j \geqslant 0, \quad j = 1, 2, \ldots, n \tag{1}$$

$$D_i(x) \geqslant 0, \quad i = 1,2,\ldots, m \tag{2}$$

$$A_i(x) < 0 \Rightarrow B_i(x) \geqslant 0, \; i = 1, 2, \ldots, p, \tag{3}$$

astfel ca $C(x)$ să ia valoarea minimă. Aici $A_i(x)$, $B_i(x)$, $D_i(x)$ și $C(x)$ reprezintă funcții liniare de x, de pildă

$$A_i(x) = \sum_{j=1}^{p} a_{ij}\, x_j + a_i^!.$$

Problema se descompune în 2^p probleme obișnuite de programare liniară. Am găsit un algoritm pentru rezolvarea acestei probleme de programare liniară cu condiții logice, care necesită rezolvarea unui număr mult mai mic de probleme de programare liniară obișnuită.

În acest scop implicațiile $A_i(x) < 0 \Rightarrow B_i(x) \geqslant 0$ se transformă în disjuncții de forma

$$A_i(x) \geqslant 0 \vee B_i(x) \geqslant 0, \quad i = 1, 2, \ldots, p. \tag{4}$$

Atunci algoritmul menționat conduce la un șir de probleme de programare liniară

$$P_0, P_1, \ldots, P_q$$

fiecare problemă P_k avînd ca restricții

a) restricțiile (1) și (2) ale problemei inițiale,

b) cîte una din alternativele A_i respectiv B_i dintr-o submulțime a disjuncțiilor (4).

Problema P_0 constă din restricțiile (1) și (2). Algoritmul conține criteriile de alegere a variantei de folosit la problema P_{k+1}, dacă s-au rezolvat problemele $P_0, P_1, \ldots, P_k$ și stabilește cînd s-a ajuns la ultima problemă P_k a cărei soluție este totodată și soluția problemei propuse. De asemenea, algoritmul stabilește dacă problema este incompatibilă sau cere soluție improprie.

Modelul matematic de programare liniară cu condiții logice, pus în evidență cu ocazia problemei de așteptare de mai sus, servește pentru rezolvarea matematică a multor probleme economice. Arătăm mai jos una din ele, la care cercetătorii de la Institutul de calcul din Cluj au fost conduși prin probleme ridicate de către mai multe întreprinderi.

Să presupunem că într-o secție de fabricație se prelucrează n diferite produse. Secția dispune de m feluri de mașini. Pentru fiecare produs este stabilită tehnologia de fabricație care prescrie mașinile de folosit la prelucrarea produsului, ordinea în care produsul parcurge aceste mașini, cît și timpul de prelucrare la fiecare mașină. De asemenea, este dată cantitatea de fabricat din fiecare produs (loturile de fabricație).

Programul necesar lansării fabricației este întocmit dacă s-au fixat momentele de timp pentru începerea prelucrării fiecărui produs la fiecare mașină.

Această problemă a fost studiată în literatură în ultimii 2—3 ani. Problema se rezolvă în literatură cu un șir de programări liniare în numere întregi, prin considerarea unei perioade elementare de timp astfel ca fiecare timp de prelucrare să fie un multiplu întreg al acestei perioade. În acest fel, se ajunge la un număr foarte mare de necunoscute și condiții.

S-a arătat în cadrul cercetărilor de la Institutul de calcul că problema admite un model de programare liniară cu condiții logice.

Mai mult, pentru forma particulară a restricțiilor care apar la această problemă, s-a indicat un nou algoritm adecvat problemei. La un exemplu

concret cu 5 produse și 4 mașini, problema s-a rezolvat în 57 etape foarte simple, necesitînd 5 ore de calcul cu mîna. Urmînd metoda lui G. B. Dantzig, sîntem conduși la 60 necunoscute și 1 500 condiții. În lucrarea lui L. Németi *Probleme de planificare a lansării fabricației cu ajutorul programării liniare cu condiții logice* publicată în acest număr, problema de mai sus și metoda ei de rezolvare sînt expuse în mod detaliat.

Drumul de urmat în continuarea acestor cercetări se conturează clar: se vor studia noi condiții mai generale care să aproximeze cît mai bine condițiile complexe reale existente la diferite întreprinderi, cu scopul de a ajunge la aplicarea directă a acestor metode în întocmirea programelor de fabricație. Prin aceasta, întreprinderile vor fi ajutate la introducerea metodelor științifice de rezolvare a feluritelor probleme de planificare, folosirea la maxim a capacității lor de producție, mărirea contribuției lor la realizarea venitului național.

Trecem la probleme legate de construcția de mașini, la probleme de cinematică și dinamica mecanismelor. Aici avem rezultate în două direcții: îmbunătățirea parametrilor funcționali cinematici și dinamici ai mașinilor și probleme de profilare a angrenajelor și a sculelor de mare productivitate.

În prima direcție amintim studiul privind echilibrarea dinamică a compresoarelor 2 CV – 4,5 cu doi cilindri și cel privind echilibrarea dinamică a compresorului 8 A 2 U – 20 cu 8 cilindri de 560 000 calorii efectuate la Uzinele „Tehnofrig" Cluj. Prin adoptarea unor noi metode de echilibrare a arborelui cotit cu contragreutăți detașabile calculate pe cota parte a masei bielelor în mișcare, s-a reușit să se reducă simțitor vibrațiile în ambele cazuri. La compresorul 8 A 2 U – 20 fabricat pentru prima oară la noi în țară forțele de inerție de ordinul 1 și momentul acestor forțe au fost în întregime echilibrate, rămînînd doar neechilibrate forțele de inerție de ordinul 2. Frecvența acestor forțe fiind însă dublă față de cea a forțelor de ordinul 1, amplitudinile vibrațiilor datorite dezechilibrului au reieșit din calcule foarte mici, ceea ce s-a verificat și practic.

Realizarea compresorului 8 A–2 U – 20 la noi în țară, atît de important pentru dezvoltarea combinatelor noastre chimice, la îmbunătățirea calității căruia a contribuit prin aceasta și Institutul de calcul, a adus importante economii de valută pentru economia noastră națională.

În aceeași direcție intră protocolul privind distribuția motorului S.R. 211 și posibilitatea de mărire a cronosecțiunii, cerut de Uzinele „Steagul Roșu" din Brașov. Protocolul încheie reprofilarea camelor de comandă ale supapelor de admisie de la motorul autocamionului Carpați în două variante. Problema aceasta se formulează în limbajul matematic în felul următor:

Notînd cu s drumul supapei ($s = 0$ înseamnă supapa închisă) și cu φ unghiul de rotire al camei de comandă, se cere determinarea funcției $s(\varphi)$ care să satisfacă următoarele condiții:

Varianta I

Funcția $s(\varphi)$ este diferită de 0 în intervalul

$$\varphi \in (0, \Phi),$$

$$s'(0) \leqslant q_A,$$

$$-s'(\Phi) \leqslant q_D,$$

$$\max_{\varphi \in [0, \Phi]} s''(\varphi) \leqslant a,$$

$$-\min_{\varphi \in [0, \Phi]} s''(\varphi) \leqslant b,$$

$$\begin{cases} y(\varphi) = s(\varphi), & \text{dacă } s(\varphi) \leqslant S, \\ y(\varphi) = S, & \text{dacă } s(\varphi) > S, \end{cases}$$

$$K = \int_0^{\Phi} y(\varphi)\, d\varphi : \text{maxim.}$$

Varianta II

$$s(\varphi) \neq 0, \text{ pentru } \varphi \in (0, \Phi)$$

$$s'(0) \leqslant q_A,$$

$$-s'(\Phi) \leqslant q_D,$$

$$-\min_{\varphi \in [0, \Phi]} s''(\varphi) \leqslant b,$$

$$\int_0^{\Phi} y(\varphi)\, d\varphi \geqslant K_0,$$

$$\bar{a} = \max_{\varphi \in [0, \Phi]} S''(\varphi) : \text{minimum.}$$

La ambele variante se presupun dați parametrii

$$\Phi,\ q_A,\ q_D,\ a,\ b,\ S,\ K_0.$$

În prima variantă prin limitarea valorilor absolute ale accelerațiilor pozitive și negative s-au determinat funcțiilor care realizează integrala spațiu-timp maximă, ajungîndu-se la concluzia că funcția este compusă din polinoame de gradul 2, racordate între ele. Profilul camei care realizează această lege de mișcare se compune din arce de evolventă ale unor evolvente de cerc, racordate între ele. Față de profilul adoptat pînă în prezent s-a ajuns astfel la o mărire a cronosecțiunii de circa 6% ceea ce înseamnă posibilitatea de mărire a puterii motorului prin adoptarea noului profil cu aproximativ același procent.

În a doua variantă prin menținerea mărimii date a cronosecțiunii s-a realizat un profil care să asigure o cît mai mică valoare pentru accelerația maximă pozitivă. S-a obținut o micșorare cu circa 20% a accelerației maxime.

Prin aceasta se pot micșora și forțele de inerție în timpul funcționării, care are ca urmare mărirea duratei de funcționare a mecanismului de distribuție.

Protocolul se găsește în prezent în fază de aplicare la uzină.

În afară de problemele arătate, mai intră în această grupă problema: Influența excentricității pistonului asupra dinamicii mecanismului bielă-manivelă – studiată la Uzinele „Steagul Roșu" din Brașov.

În direcția a doua, intră protocoalele privind calcularea profilelor frezelor melc de mare productivitate pentru prelucrarea roților de clichet de diferite profile pentru mașinile textile fabricate la Uzinele „Unirea" din Cluj. Din punct de vedere matematic, problema s-a redus la o cît mai bună aproximare prin arce de cerc a unei echidistante la ortocicloidă normală sau a unei echidistante la o ortocicloidă buclată sau scurtată, dată de ecuațiile

$$x_1 = R\left(\varphi_1 - \frac{1}{2}\sin 2\,\varphi_1\right) - a'\cos\varphi_1$$

$$y_1 = R\frac{1-\cos 2\,\varphi_1}{2} + a'\sin\varphi_1$$

și

$$x_2 = R\left(\varphi_2 - \frac{1}{2}\sin 2\,\varphi_2\right) + a''\cos\varphi_2 - b,$$

$$y_2 = R\frac{1-\cos 2\,\varphi_2}{2} - a''\sin\varphi_2.$$

S-a impus condiția ca lungimile arcului dat și a arcului de cerc de înlocuire să fie egale, obținîndu-se prin aceasta abateri de ordinul micronilor.

Rezultatele prezentate s-au aplicat la întreprindere, realizînd economii post-calculate de peste 60 000 lei anual.

În aceeași grupă se poate pune protocolul privind calcularea verificatoarelor și a sculelor pentru pompele elicoidale de ulei — în curs de aplicare la Uzinele metalurgice Cugir.

Analizînd 3 variante pentru melcii de antrenare și de etanșare s-au calculat, prin puncte, profilele sculelor și a verificatoarelor necesare.

Probleme dificile s-au ivit în special la a treia variantă, unde se punea problema determinării înfășurătoarei unei echidistante la o epicicloidă buclată racordată spre vîrf cu un arc de cerc. Trebuiau determinate valorile lui φ_r care satisfac ecuația

$$\frac{(a+R)\sin\varphi_r}{\sqrt{(R+a)^2+R^2-2R(R+a)\cos\varphi_r}} = \sqrt{1-\frac{(\sqrt{(R+a)^2+R^2-2R(R+a)\cos\varphi_r}+b)^2}{4R^n}}.$$

Aplicînd metoda aproximațiilor succesive s-a determinat valoarea practic posibilă pentru φ_r în toleranțe de $\mp 1''$.

Soluțiile prezentate pentru întreaga temă au necesitat un volum mare de calcule rezultatele fiind date tabelar.

Prin aplicarea calculelor prezentate, se va reuși să se producă pompe elicoidale de calitate superioară la noi în țară, economisindu-se, prin aceasta, valuta necesară pentru importul acestui produs.

În sfîrșit, amintim protocolul privind calculul geometric al pinionului planetar și satelit de la diferențialul autocamionului Carpați S.R. 131, în vederea prelucrării prin metoda broșării circulare.

Acest protocol rezolvă parțial problema de mari proporții privind studiul broșării circulare a pinioanelor conice încheiată prin convenție tehnico-științifică cu Uzinele „Steagul Roșu" din Brașov.

Prin calcule grafo-analitice aproximative originale, s-a reușit în prima fază să se determine flancurile pinionului conic planetar și satelit în așa fel ca ele să aparțină la două conuri eliptice și totuși să fie de înfășurare reciprocă. Abaterile obținute au fost de două sutimi, circa de 10 ori mai mici decît prin calculele date în literatura de specialitate. A trebuit aproximată echidistanța la o epicicloidă scurtată determinată de ecuațiile

$$x_2 = (R_1' + R_2')\sin\frac{R_1'}{R_2'}\Theta_1 + d\sin\left[\psi - \Theta_1\left(1+\frac{R_1'}{R_2'}\right)\right] - \frac{\rho_1}{\sqrt{1+k^2}},$$

$$y_2 = (R_1' + R_2')\cos\frac{R_1'}{R_2'}\Theta_1 - d\cos\left[\psi - \Theta_1\left(1+\frac{R_1'}{R_2'}\right)\right] - R_2' - \sqrt{\rho_1^2 - Bc_1^2}$$

cu un arc de cerc în limitele unor toleranțe prescrise.

Variabila în ecuațiile date a fost R. Aflarea razei arcului de cerc de înlocuire a necesitat un mare volum de calcule grafice și analitice.

Rezolvarea completă a acestei probleme va aduce întreprinderii economii anuale precalculate de peste un milion lei.

În afară de problemele expuse mai sus, ne-am ocupat cu o serie de alte aplicații interesante în domeniul tehnic și economic care au format fie obiectul unor protocoale, fie obiectul unor studii sau informări. Dintre aceste probleme amintim unele: întocmirea unui tabel necesar proiectării deschizăturilor de iluminare la clădiri pentru Direcția de sistematizare, arhitectură și proiectarea construcțiilor Cluj; întocmirea unui tabel numeric conținînd relația dintre factorul de putere și raportul dintre energia reactivă și cea activă pentru Întreprinderea Regională de electricitate din Cluj; calculul parametrilor rețelelor cristaline la unele minerale de feldspat măsurate prin diagrama Debye-Scherer pentru catedra de mineralogie a Universității „Babeș-Bolyai", problema frecvenței apariției fișelor false în sortarea mecanică a cartoanelor bibliografice perforate cu coduri suprapuse pentru Institutul medico-farmaceutic din Tîrgu-Mureș.

În prezent, la Institutul de calcul se lucrează problema determinării duratei optime a campaniei de prelucrare a zahărului, propusă de Institutul de cercetări alimentare din București. Algoritmul de rezolvare dat de E. Trattner și colaboratorii săi este adaptat la mașina MECIPT-1 și încadrat într-o lucrare mai generală de un colectiv de cercetători ai Institutului nostru.

Relațiile de colaborare, arătate în cadrul acestei expuneri, s-au format în cursul ultimilor 5 ani. Considerăm că ele au fost rodnice din mai multe puncte de vedere: soluțiile date au adus foloase nemijlocite economiei noastre naționale prin realizări de economii și prin îmbunătățirea calității produselor. Problemele practice puse ne-au condus pe de altă parte la studii teoretice interesante. Astfel proiectarea sculelor de mare productivitate ne-a condus la cercetări în domeniul aproximării funcțiilor. Problemele de lansare a fabricației ne-au condus la cercetări de programare matematică, la noi modele matematice. Există o serie de probleme deschise în urma preocupărilor noastre practice, care trebuie să formeze obiectul unor noi studii. În viitor, va trebui să continuăm și să intensificăm eforturile noastre în direcția problemelor practice.