

backgrounds, allowing them to work together seamlessly in international contexts. The collaboration fostered through English-language publications and academic research accelerates the pace of technological advancement, ultimately contributing to the industry's growth. And finally, it was concluded that English-based literature was designed with taste.

Abbreviations.

The list below provides a brief explanation of various abbreviations used in this paper.

- International Civil Aviation Organization (ICAO)
- National Transportation Safety Board (NTSB)
- Federal Aviation Administration (FAA)
- European Union Aviation Safety Agency (EASA)
- Air Traffic Controllers (ATC)
- Safety Management Systems (SMS)
- NTSB (The National Transportation Safety Board)
- ISO (International Organization for Standardization).

References

1. U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Flight standards service. Gyroplane Flying Handbook. Oklahoma City. 2012.
2. Andy Lennon. Aircraft design. Practical techniques for building better models. Air AGE Media. USA. 2005.
3. Richard D. GAS TURBINE ENGINES. Aviation Maintenance Technician Certification Series. Printed in United States of America.

REZYUME. Maqolada inglizcha texnik adabiyotlarining aviatsiyadagi ahamiyati, uchuvchilar, muhandislar va tadqiqotchilarga bilimlarni chuqur o'zlashtirish va texnik qo'llanmalarni tushunishda yordam berish ta'kidlangan. U ingliz tilini global aviatsiya tili sifatida ta'kidlab, samarali muloqot va bilimlarni uzatishni ta'minlashini bayon etadi.

РЕЗЮМЕ. В статье подчеркивается роль английской технической литературы в авиации, помогающей пилотам, инженерам и исследователям в глубоком приобретении знаний и понимании технических руководств. В ней подчеркивается глобальность английского языка обеспечивающий эффективную коммуникацию и передачу знаний.

SUMMARY. The article highlights the role of English technical literature in aviation, aiding pilots, engineers, and researchers in deeply acquiring knowledge and understanding technical manuals. It emphasizes English as the global language of aviation, ensuring effective communication and knowledge transfer.

ЎПИВАЙЎ ҺАМ ҚУРАМАЎ МОДУЛЎ БОЙЎНША ЖОҚАРЎ ДАРЕЖЕЎ САЎСТЎРЎЛАРДЎ ШЕШЎУСЎЛЛАРЎ

T.T.Kalekeeva – *pedagogika ilimleri boyınsha filosofiya doktori*

U.D.Maxsutova – *student*

H.S.Quanishbaeva – *student*

Ўjiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Tayanch so'zlar: yuqori tartibli taqqoslamalar, tub modul bo'yicha yuqori tartibli taqqoslamalar, murakkab modul bo'yicha yuqori tartibli taqqoslamalar, taqqoslamalarning tartibini pasaytirish, taqqoslamaning bir xilligi haqida, ko'phadni berilgan modul bo'yicha ko'paytuvchilarga ajratish.

Ключевые слова: сравнения высших степеней, сравнения высших степеней по простому модулю, сравнения высших степеней по составному модулю, понижение степени сравнения, об однородности сравнения, разложение многочлена на множители по заданному модулю.

Key words: higher-order comparisons, higher-order comparisons by simple modules, higher-order comparisons by complex modules, lowering the degree of comparisons, about the homogeneity of comparisons, factoring polynomials by a given modulus.

Kirisiw. Ўpiwayı modul boyınsha joqarı dárejeli salıstırıwdıń ulıwma túri:

$$f(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_n \equiv 0 \pmod{p} \quad (1)$$

kórinisinde boladı. Bunda p – ápiwayı san, $a_0 \not\equiv 0 \pmod{p}$, n – pútin teris emes san hám de koefficientleri pútin sanlar. (1) túrindegi salıstırıwlar teoriyasınan bazı bir teoremalardı keltireyik [1-5].

Teorema. (Salıstırıwlar dájeresin páseytiw haqqında). (1) túrindegi salıstırıwdı $n \geq p$ bolǵanda dájeresi $p-1$ den joqarı bolmaǵan, berilgen salıstırıw menen teń kúshli bolǵan $R(x) \equiv 0 \pmod{p}$ salıstırıwǵa almasırwǵa boladı. Bunda $R(x)$ degenimiz $f(x)$ tı $x^p - x$ qa bólgende alıńǵan qaldıq.

Teorema. (Salıstırıwdıń birdeyligi haqqında). Eger (1) túrindegi salıstırıwdı p modul boyınsha bir-biri menen salıstırılmaıtuǵın $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ sanları qanaatlandıratuǵın bolsa, $n \leq p-1$ onda

$$f(x) \equiv (x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \dots (x - \alpha_k) \cdot f_k(x) \pmod{p} \quad (2)$$

birdeylik salıstırıw orınlı, yamasa buni basqasha aytqanda, (1) salıstırıw

$$(x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \dots (x - \alpha_k) \cdot f_k(x) \equiv 0 \pmod{p} \quad (3)$$

salıstırıw menen teń kúshli, $f_k(x)$ tıń dájeresi $n - k$ bolǵan kópazǵalı.

(3) salıstırıwdıń sol jaǵın berilgen p modul boyınsha $f(x)$ tı kóbeytiwshilerge jiklew dep te ataydı.

Eskertiw. Kópazǵalı berilgen modul boyınsha kóbeytiwshilerge jiklew $f(x) = 0$ teńlemesiniń korenleri boyınsha algebralıq jiklew emes.

Nátiye. Eger $k = n$ bolsa, onda (2) salıstırıw $f(x) \equiv a_0(x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \dots (x - \alpha_n) \pmod{p} \quad (2')$ salıstırıw menen, al (3) salıstırıw

$$a_0(x - \alpha_1)(x - \alpha_2) \dots (x - \alpha_n) \equiv 0 \pmod{p} \quad (3')$$

salıstırıw menen teń kúshli.

Teorema. (Sheshimlerdiń sanı haqqında). $n \leq p-1$ bolǵanda (1) salıstırwıń p modul boyınsha bir-biri menen salıstırwǵa bolmaytuǵın sheshimleriniń sanı n nen artpaydı, olardıń ayırım sheshimleri eseli bolıwı múmkin.

Vilson teoreması. Qálegen p ápiwayı sanı ushın $(p-1)!+1 \equiv 0 \pmod{p}$ salıstırwı orınlı hám kerisinshe $(p-1)!+1$, p ǵa bólinse, onda p ápiwayı san boladı.

Quramalı modul boyınsha joqarı dárejeli salıstırwılar tómendegishe boladı.

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n \equiv 0 \pmod{m_1, m_2, \dots, m_n}; \quad (4)$$

Bul salıstırwı tómendegi sistema menen teń kúshli:

$$\begin{cases} f(x) \equiv 0 \pmod{m_1} \\ f(x) \equiv 0 \pmod{m_2} \\ \dots\dots\dots \\ f(x) \equiv 0 \pmod{m_n} \end{cases} \quad (5)$$

Bundaǵı $f(x)$ pútin koefficientli qálegen kópaǵzalı, $a \not\equiv 0 \pmod{m_1, m_2, \dots, m_n}$, $n > 1$ hám de $m_1, m_2, \dots, m_n$ ler jup-juptan óz ara ápiwayı sanlar.

Eskertiw. (4) salıstırwıń sheshimleriniń sanı (5) sistemasındaǵı hár bir salıstırwıń sheshimleriniń sanların kóbeymesine teń. Eger (5) sistemaniń eń keminde birewi sheshimge iye bolmasa, onda sistema birgeliksiz hám de (4) salıstırwı sheshimge iye emes.

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p_1^{\alpha_1} \cdot p_2^{\alpha_2} \dots p_n^{\alpha_n}} \quad (4')$$

túrindegi salıstırwı

$$\begin{cases} f(x) \equiv 0 \pmod{p_1^{\alpha_1}} \\ f(x) \equiv 0 \pmod{p_2^{\alpha_2}} \\ \dots\dots\dots \\ f(x) \equiv 0 \pmod{p_n^{\alpha_n}} \end{cases} \quad (5')$$

sisteması menen teń kúshli. Bunda α_i ler oń pútin ápiwayı sanlar bolıp tabıladı.

(5') sistemasın sheshiw

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p^\alpha} \quad (6)$$

túrindegi salıstırwı sheshiwge alıp kelinedi, al onı sheshiw óz gezeginde

$$f(x) \equiv 0 \pmod{p} \quad (7)$$

túrindegi salıstırwı sheshiwden baslanadı.

Modul p boyınsha qaldıqlardı (pútkilley eń kishi qaldıqlardı alǵan qolaylı) birden-bir sinaw jolı menen (7) salıstırwıń barlıq sheshimleri tabıladı.

Meyli $x \equiv b_1 \pmod{p}$ yamasa

$$x = pt_1 + b_1 \quad (8)$$

(7) salıstırwıń sheshimleriniń biri bolsın. Bul sheshim ushın

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0 \pmod{p}$$

salıstırwı dúziledi. Bunda $f'(b_1)$ di $f(x)$ tń birinshi tártipli tuwındısınıń $x = b_1$ degi mánisi. Onda $t_1 = b'_1 \pmod{p}$ yamasa $t_1 = pt_2 + b_1$ tabıladı, bundaǵı $f'(b_1)$

diń shaması p ǵa bólinbewi kerek. t_1 diń mánisin (8) teńlikke qoyǵannan keyin biz, tómendegige iye bolamız:

$$x = p(pt_2 + b'_1) + b_1 = p^2 t_2 + (pb'_1 + b_1) = p^2 t_2 + b_2 \quad (9)$$

Bunnan keyin

$$\frac{f(b_2)}{p_2} + f'(b_2) \cdot t_2 \equiv 0 \pmod{p}$$

salıstırwı sheshildi deyik, yaǵnıy $t_2 = b'_2 \pmod{p}$

yamasa $t_2 = pt_3 + b'_2$ hám onı (9) ǵa aparıp qoyıp, biz tómendegini alamız:

$$x = p_2(pt_3 + b'_2) + b_2 = p^3 t_3 + (p^2 b'_2 + b_2) = p^3 t_3 + b_3 \quad (10)$$

Esaplawdı

$$x = p^\alpha \cdot t_\alpha + b_\alpha$$

yaǵnıy

$$x \equiv b_\alpha \pmod{p^\alpha} \quad (11)$$

mánisin alǵanǵa shekem dawam etemiz. (11) niń sheshimi (6) niń da sheshimi boladı.

Eger $f'(b_i)$ shaması p ǵa bólinetuǵın bolıp shıqsa, onda t_1 sheshimi bolmaydı.

Tiykargı bólim. Endi biz joqarıda berilgen teoriyalıq maǵlıwmatlardıń ámelıy máselelerge qollanılıwın kórip ótemiz.

1-mısal. Dáslep dárejesin páseytip, keyin salıstırwı sheshiń.

$$6x^{10} - 12x + 1 \equiv 0 \pmod{5}$$

Sheshiliwi. Berilgen salıstırwı dáslep ápiwayılastıramız, yaǵnıy modulden úlken bolǵan koefficientlerdi modulden kishi bolǵan qaldıqları menen alıstıramız. Sonda, biz tómendegi

$$x^{10} - 2x + 1 \equiv 0 \pmod{5}$$

salıstırwına iye bolamız. Endi $x^{10} - 2x + 1$ di $x^5 - x$ ke bóliw arqalı $x^2 - 2x + 1$ qaldıǵına iye bolamız. Bunnan berilgen salıstırwǵa teń kúshli bolǵan

$$x^2 - 2x + 1 \equiv 0 \pmod{5}$$

salıstırwına iye bolamız. 5 moduli boyınsha $0; \pm 1; \pm 2$ pútkilley eń kishi qaldıqlardı sinaw jolı menen $x \equiv 1 \pmod{5}$ sheshimi kelip shıǵadı.

Tekseriw. $6 \cdot 1^{10} - 12 \cdot 1 + 1 = -5$ bul 5 ke bólinedi.

2-mısal. Tómendegi quramalı modul boyınsha berilgen salıstırwı sheshiń.

$$3x^3 + 4x^2 - 7x - 6 \equiv 0 \pmod{15}$$

Sheshiliwi. Berilgen salıstırwı oǵan teń kúshli

$$\begin{cases} 3x^3 + 4x^2 - 7x - 6 \equiv 0 \pmod{3} \\ 3x^3 + 4x^2 - 7x - 6 \equiv 0 \pmod{5} \end{cases}$$

salıstırwı menen alıstıramız. Keyin, bul sistemani ápiwayılastırıp

$$\begin{cases} x^2 - x \equiv 0 \pmod{3} \\ 2x^3 + x^2 + 2x + 1 \equiv 0 \pmod{5} \end{cases}$$

túrindegi salıstırwılar sistemasına iye bolamız.

Pútkilley Absolyut eń kishi qaldıqlardı sinaw jolı menen tómendegi sheshimge iye bolamız:

$$x \equiv 0, 1 \pmod{3} \text{ hám } x \equiv \pm 2 \pmod{5}$$

Bunnan tómendegi tórt sistemanı alamız.

$$\begin{cases} x \equiv 0 \pmod{3} \\ x \equiv 2 \pmod{5} \end{cases} \quad \begin{cases} x \equiv 0 \pmod{3} \\ x \equiv -2 \pmod{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \equiv 1 \pmod{3} \\ x \equiv 2 \pmod{5} \end{cases} \quad \begin{cases} x \equiv 1 \pmod{3} \\ x \equiv -2 \pmod{5} \end{cases}$$

Demek, berilgen salıstırwdıń tórt sheshimi kelip shıǵadı.

$$x \equiv -3; 3; 7; -2 \pmod{15}.$$

3-misal. Tómendegi quramalı hám eseli modul boyınsha berilgen salıstırwdı sheshiń:

$$x^4 + 7x + 4 \equiv 0 \pmod{27}.$$

Sheshiliwi. Berilgen salıstırwdı sheshiw ushın dáslep $p = 3$ modul boyınsha

$$x^4 + 7x + 4 \equiv 0 \pmod{3} \quad (12)$$

salıstırwdı sheship alamız. Fermanıń kishi teoreması boyınsha $(x, 3) = 1$ dep alsaq, $x^2 \equiv 1 \pmod{3}$ boladı hám $7 \equiv 1 \pmod{3}$, $4 \equiv 1 \pmod{3}$ bolǵanlıqtan (12) salıstırw tómendegishe kóriniske keledi:

$$1^2 + x + 1 \equiv 0 \pmod{3}$$

bunnan $x \equiv 1 \pmod{3}$ nátiyjege kelemiz. Bunı teńlik sıpatında jazıp alsaq

$$x = 3t_1 + 1 \quad (13)$$

ge iye bolamız.

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0 \pmod{p}$$

salıstırwına alıp kelip qoysaq onda tómendegi kóriniske kelemiz:

$$f(1) = 1^4 + 7 + 4 = 12,$$

$$f'(1) = 4 \cdot 1^3 + 7 = 11,$$

$$\frac{f(1)}{3} + f'(1)t_1 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$4 + 11t_1 \equiv 0 \pmod{3}$$

bul salıstırwdı sheship tómendegishe nátiyjege kelemiz:

$$1 + 2t_1 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$t_1 \equiv 1 \pmod{3}.$$

Salıstırwdı teńlikke aylandırıp, $t_1 = 1 + 3t_2$ nátiyjeni alamız. Bunı (12) teńlikke qoyıp tómendegishe nátiyjege kelemiz:

$$x = 3t_1 + 1 = 3(1 + 3t_2) + 1 = 9t_2 + 4. \quad (14)$$

Endi bul 9 modul boyınsha tabılǵan ekinshi sheshimdi tómendegi salıstırwǵa qoyamız:

$$\frac{f(b_2)}{p_2} + f'(b_2) \cdot t_2 \equiv 0 \pmod{p}$$

$$f(4) = 4^4 + 7 \cdot 4 + 4 = 256 + 28 + 4 = 288,$$

$$f'(4) = 4 \cdot 4^3 + 7 = 256 + 7 = 263,$$

$$\frac{f(4)}{9} + f'(4)t_2 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$32 + 263t_2 \equiv 0 \pmod{3}$$

bul salıstırwdı sheship tómendegishe nátiyjege kelemiz:

$$2 + 2t_2 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$t_2 \equiv 2 \pmod{3}.$$

Salıstırwdı teńlikke aylandırıp tómendegishe teńlikke iye bolamız:

$$t_2 = 3t_3 + 2.$$

Tabılǵan t_2 niń mánisin (14) teńlikke qoyıp

$$x = 9t_2 + 4 = 9 \cdot (3t_3 + 2) + 4 = 27t_3 + 22$$

iye bolamız. Bul teńlikti salıstırwǵa aylandırıp jazıp berilgen salıstırwdıń sheshimine kelemiz:

$$x \equiv 22 \pmod{27}.$$

4-misal. Tómendegi quramalı modul boyınsha berilgen salıstırwdı sheshiń:

$$31x^4 + 57x^3 + 96x + 191 \equiv 0 \pmod{225}. \quad (15)$$

Sheshiliwi. Berilgen salıstırw moduli quramalı modul bolıp, $m = 3^2 \cdot 5^2$ teń. Bul salıstırwdı sheshiw ushın 9 hám 25 moduller boyınsha salıstırwlar sisteması retinde qaraymız

$$\begin{cases} 31x^4 + 57x^3 + 96x + 191 \equiv 0 \pmod{9}, \\ 31x^4 + 57x^3 + 96x + 191 \equiv 0 \pmod{25}. \end{cases} \quad (16)$$

Berilgen salıstırwdıń birinshisin sheshemiz. Bul salıstırw dáslep $p = 3$ modul boyınsha

$$31x^4 + 57x^3 + 96x + 191 \equiv 0 \pmod{3} \quad (17)$$

sheshiledi. Fermanıń kishi teoreması boyınsha $(x, 3) = 1$ dep alsaq, $x^2 \equiv 1 \pmod{3}$ boladı hám $31 \equiv 1 \pmod{3}$, $57 \equiv 0 \pmod{3}$, $96 \equiv 0 \pmod{3}$, $191 \equiv 2 \pmod{3}$ bolǵanlıqtan (17) salıstırw tómendegishe kóriniske keledi:

$$1 \cdot 1^2 + 0 \cdot x + 0 \cdot x + 2 \equiv 0 \pmod{3}$$

bunnan $0 \equiv 0 \pmod{3}$ nátiyjege kelemiz. Demek, (17) salıstırw $x \equiv 1, 2 \pmod{3}$ sheshimlerge iye. Birinshi sheshimdi teńlik sıpatında jazıp alsaq

$$x = 3t_1 + 1 \quad (18)$$

ge iye bolamız.

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0 \pmod{p}$$

salıstırwına alıp kelip qoysaq onda tómendegi kóriniske kelemiz:

$$f(1) = 31 \cdot 1^4 + 57 \cdot 1^3 + 96 \cdot 1 + 191 = 375,$$

$$f'(1) = 124 \cdot 1^3 + 171 \cdot 1^2 + 96 = 391,$$

$$\frac{f(1)}{3} + f'(1)t_1 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$125 + 391t_1 \equiv 0 \pmod{3}$$

bul salıstırwdı sheship tómendegishe nátiyjege kelemiz:

$$2 + t_1 \equiv 0 \pmod{3},$$

$$t_1 \equiv 1 \pmod{3}.$$

Salıstırwdı teńlikke aylandırıp, $t_1 = 1 + 3t_2$ nátiyjeni alamız. Bunı (18) teńlikke qoyıp tómendegishe nátiyjege kelemiz:

$$x = 3t_1 + 1 = 3(1 + 3t_2) + 1 = 9t_2 + 4.$$

iye bolamız. Bul teńlikti salıstırwǵa aylandırıp jazıp berilgen salıstırwdıń sheshimine kelemiz:

$$x \equiv 4(\text{mod } 9).$$

Endi (17) salıstırwıń $x \equiv 2(\text{mod } 3)$ ekinshi sheshim boyınsha sheshimdi izleybiz. Ekinshi sheshimdi teńlik sıpatında jazıp alsaq

$$x = 3t_1 + 2 \quad (19)$$

ge iye bolamız.

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0(\text{mod } p)$$

salıstırwına alıp kelip qoysaq onda tómendegi kóriniske kelemiz:

$$f(2) = 31 \cdot 2^4 + 57 \cdot 2^3 + 96 \cdot 2 + 191 = 1335,$$

$$f'(2) = 124 \cdot 2^3 + 171 \cdot 2^2 + 96 = 1772,$$

$$\frac{f(2)}{3} + f'(2)t_1 \equiv 0(\text{mod } 3),$$

$$445 + 1772t_1 \equiv 0(\text{mod } 3)$$

bul salıstırwı sheship tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$1 + 2t_1 \equiv 0(\text{mod } 3),$$

$$t_1 \equiv 1(\text{mod } 3).$$

Salıstırwı teńlikke aylandırıp, $t_1 = 1 + 3t_2$ nátiyjeni alamız. Bunı (19) teńlikke qoyıp tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$x = 3t_1 + 2 = 3(1 + 3t_2) + 2 = 9t_2 + 5.$$

iye bolamız. Bul teńlikti salıstırwğa aylandırıp jazıp berilgen salıstırwıń sheshimine kelemiz:

$$x \equiv 5(\text{mod } 9).$$

Demek, sistemadağı birinshi salıstırw tómendegishe nátiygege alıp kelinedi:

$$x \equiv 4, 5(\text{mod } 9).$$

Berilgen sistemadağı ekinshi salıstırwı sheshemiz. Bul salıstırw dáslep $p = 5$ modul boyınsha

$$31x^4 + 57x^3 + 96x + 191 \equiv 0(\text{mod } 5) \quad (20)$$

sheshiledi. Fermanıń kishi teoreması boyınsha $(x, 5) = 1$ dep alsaq, $x^4 \equiv 1(\text{mod } 5)$ boladı hám $31 \equiv 1(\text{mod } 5)$, $57 \equiv 2(\text{mod } 5)$, $96 \equiv 1(\text{mod } 5)$, $191 \equiv 1(\text{mod } 5)$ bolğanlıqtan (20) salıstırw tómendegishe kóriniske keledi:

$$1 \cdot 1 + 2 \cdot x^3 + 1 \cdot x + 1 \equiv 0(\text{mod } 5)$$

bunnan $2x^3 + x + 2 \equiv 0(\text{mod } 5)$ nátiygege kelemiz.

Demek, (20) salıstırw $x \equiv 1, 2(\text{mod } 5)$ sheshimlerge iye. Birinshi sheshimdi teńlik sıpatında jazıp alsaq

$$x = 5t_1 + 1 \quad (21)$$

ge iye bolamız.

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0(\text{mod } p)$$

salıstırwına alıp kelip qoysaq onda tómendegi kóriniske kelemiz:

$$f(1) = 31 \cdot 1^4 + 57 \cdot 1^3 + 96 \cdot 1 + 191 = 375,$$

$$f'(1) = 124 \cdot 1^3 + 171 \cdot 1^2 + 96 = 391,$$

$$\frac{f(1)}{5} + f'(1)t_1 \equiv 0(\text{mod } 5),$$

$$75 + 391t_1 \equiv 0(\text{mod } 5)$$

bul salıstırwı sheship tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$t_1 \equiv 0(\text{mod } 5).$$

Salıstırwı teńlikke aylandırıp, $t_1 = 5t_2$ nátiyjeni alamız. Bunı (21) teńlikke qoyıp tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$x = 5t_1 + 1 = 5 \cdot 5t_2 + 1 = 25t_2 + 1.$$

iye bolamız. Bul teńlikti salıstırwğa aylandırıp jazıp berilgen salıstırwıń sheshimine kelemiz:

$$x \equiv 1(\text{mod } 25).$$

Endi (20) salıstırwıń $x \equiv 2(\text{mod } 5)$ ekinshi nátiyjesi boyınsha sheshimdi izleybiz. Ekinshi sheshimdi teńlik sıpatında jazıp alsaq

$$x = 5t_1 + 2 \quad (22)$$

ge iye bolamız.

$$\frac{f(b_1)}{p} + f'(b_1)t_1 \equiv 0(\text{mod } p)$$

salıstırwına alıp kelip qoysaq onda tómendegi kóriniske kelemiz:

$$f(2) = 31 \cdot 2^4 + 57 \cdot 2^3 + 96 \cdot 2 + 191 = 1335,$$

$$f'(2) = 124 \cdot 2^3 + 171 \cdot 2^2 + 96 = 1772,$$

$$\frac{f(2)}{5} + f'(2)t_1 \equiv 0(\text{mod } 5),$$

$$267 + 1772t_1 \equiv 0(\text{mod } 5)$$

bul salıstırwı sheship tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$2 + 2t_1 \equiv 0(\text{mod } 5),$$

$$t_1 \equiv 4(\text{mod } 5).$$

Salıstırwı teńlikke aylandırıp, $t_1 = 5t_2 + 4$ nátiyjeni alamız. Bunı (22) teńlikke qoyıp tómendegishe nátiygege kelemiz:

$$x = 5t_1 + 2 = 5(5t_2 + 4) + 2 = 25t_2 + 22.$$

iye bolamız. Bul teńlikti salıstırwğa aylandırıp jazıp berilgen salıstırwıń sheshimine kelemiz:

$$x \equiv 22(\text{mod } 25).$$

Demek, sistemadağı ekinshi salıstırw tómendegishe nátiygege alıp kelinedi:

$$x \equiv 1, 22(\text{mod } 25).$$

(16) sistemadağı salıstırwların sheshimleri tómendegishe kóriniske keledi:

$$\begin{cases} x \equiv 4, 5(\text{mod } 9), \\ x \equiv 1, 22(\text{mod } 25). \end{cases}$$

Bul sistemanı Qıtay teoreması járdeminde sheshemiz. Sistemadağı salıstırwların modulleri $m_1 = 9$, $m_2 = 25$ ler $(m_1, m_2) = (9, 25) = 1$ óz ara ápiwayı. $M = m_1 \cdot m_2 = 9 \cdot 25 = 225$ ke teń. Qıtay teoremasında kórsetilgen

$$x_0 = M_1 y_1 c_1 + M_2 y_2 c_2$$

degi

$$M_1 = \frac{M}{m_1} = \frac{225}{9} = 25, \quad M_2 = \frac{M}{m_2} = \frac{225}{25} = 9$$

ğa teń boladı. Berilgen sistemadan $c_1 = 4, 5$, $c_2 = 1, 22$ ekenligi bizge belgili. $M_i y_i \equiv 1(\text{mod } m_i)$, $i = \overline{1, 2}$ dan y_i , $i = \overline{1, 2}$ lerdı tómendegishe anıqlaymız:

$$\begin{cases} M_1 y_1 \equiv 1(\text{mod } m_1), \\ M_2 y_2 \equiv 1(\text{mod } m_2). \end{cases}$$

$M_i, i=1,2$ hám $m_i, i=1,2$ lardıń mánislerin qoyıp tómendegi salıstırıwlar sistemasına iye bolamız:

$$\begin{cases} 25y_1 \equiv 1(\text{mod } 9), \\ 9y_2 \equiv 1(\text{mod } 25). \end{cases}$$

Bul sistemani sheship tómendegi nátiyjege iye bolamız:

$$\begin{cases} y_1 \equiv 4(\text{mod } 9), \\ y_2 \equiv 14(\text{mod } 25). \end{cases}$$

Endi anıqlanğan mánislerdi $x_0 = M_1y_1c_1 + M_2y_2c_2$ ke qoyıp tómendegi teńlikke iye bolamız:

$$x_0 = 25 \cdot 4 \cdot c_1 + 9 \cdot 14 \cdot c_2 = 100 \cdot c_1 + 126 \cdot c_2.$$

Sistemaniń sheshimi $x \equiv x_0 (\text{mod } M)$ kóriniste alınadı.

$c_1 = 4, 5, c_2 = 1, 2, 2$ lardıń mánislerin qoyıp tómendegishe sheshimge kelemiz:

$$x \equiv 22, 76, 122, 176(\text{mod } 225).$$

Juwmaq. Ulıwma aytqanda, joqarı dárejeli salıstırıwlar berilgende joqarıda keltirilgen usıllarğa keltirip, máselelerdi sheshiw múmkin. Bul jumista kórsetilgen usıllardan bul temağa baylanıslı máselelerdi óz betinshe úyreniwshi talabalar hám oqıwshılar paydalanıwı múmkin.

Ádebiyatlar

1. Ayupov Sh.A. Algebra va sonlar nazariyasi (o'quv qo'llanma). – Toshkent: «Tafakkur-bo'stoni» 2019, 314-b.
2. Кострикин А.Н. Сборник задач по алгебре. – М.: «Наука», 2001. - С. 424.
3. Nazarov R.N., Toshpo'latov B.T., Dusumbetov A.D. Algebra va sonlar nazariyasi. -T.: «O'qituvchi». I bo'lim, 1993, II bo'lim, 1995. 312-b.
4. Yunusova D., Yunusov A. Algebra va sonlar nazariyasi. Modul texnologiyasi asosida tuzilgan musol va mashqlar to'plami. O'quv qo'llanma. -T.: «Ilm Ziyo». 2009. 320-b.
5. Yunusov A., Yunusova D. Algebra va sonlar nazariyasidan modul texnologiyasi asosida tuzilgan nazorat topshiriqlari to'plami. -T.: TPU, 2004. 284-b.

РЕЗЮМЕ. Ushbu maqolada yuqori tartibli taqqoslamalarni yechish masalalari ko'rib chiqiladi, bunda tub va murakkab modul bo'yicha yuqori tartibli taqqoslamalarni yechish usullari bir necha misollar yordamida ko'rsatilgan.

РЕЗЮМЕ. В данной статье рассматриваются задачи решения сопоставлений высокой степени, при этом методы решения сопоставлений высокой степени по простому и составному модулям показаны с помощью нескольких примеров.

SUMMARY. This article explores the problems of solving higher-order comparisons, where the methods of solving higher-order comparisons for simple and complex modules are solved using a few examples.

ЎЗ-ЎЗИНИ ТАШКИЛ ЭТУВЧИ КОХОНЕН ХАРИТАЛАРИНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ ВА АМАЛИЁТДАГИ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

А.А.Қудайбергенов – докторант, техника фанлари бўйича фалсафа фанлари доктори, доцент

Ўзбекистон миллий университети

Р.С.Бекмуродова – магистрант

Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети

Таянч сўзлар: Кохонен харитаси, нейрон тармоқ, кластерлаш, назоратсиз ўрганиш, визуализация, маълумот таҳлили, ўлчам пасайтириш.

Ключевые слова: карта Кохонена, нейронная сеть, кластеризация, обучение без учителя, визуализация, анализ данных, понижение размерности.

Key words: Kohonen map, neural network, clustering, unsupervised learning, visualization, data analysis, dimensionality reduction.

1. Кириш.

Кўп ўлчамли маълумотлар тузилмасини таҳлил қилиш, кластерларга ажратиш ва визуализация қилиш мураккаб вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса, маълумотлар белгисиз бўлиб, синфлар олдиндан аниқланмаган ҳолларда назоратсиз ўрганиш усуллари муҳим аҳамиятга эга бўлади. Бундай ҳолларда нейрон тармоқлар, айниқса, ўз-ўзини ташкил этувчи Кохонен хариталари (SOM - Self-Organizing Map) самарали ечим тақлиф қилади [1].

Кохонен харитаси маълумотларни икки ўлчамли нейрон тўрига проекция қилиш ва уларни топологик яқинлигига асосан кластерларга ажратишни таъминлайди. Унинг асосий афзаллиги – маълумотларнинг ички тузилмасини сақлаган ҳолда, яқин объектларни яқин нейронларга мослаштиришидир. Бу жараён энг яқин нейронни топиш ва унинг қўшниларини янгилаш асосида амалга оширилади [2].

Мазкур мақолада Кохонен хариталарининг назарий ва математик асослари, ўрганиш алгоритми ва қўллани-

лиш соҳалари таҳлил қилинди [1, 2]. Алгоритмнинг асосий босқичлари, яъни нейрон вазнларини янгилаш, қўшничилик функцияси ва ўрганиш коэффициентининг динамикаси математик шаклда изоҳланади [3]. Шунингдек, маълумотларни визуаллаштириш ва кластерлашдаги амалий афзалликлари ёритилди.

2. Методлар.

2.1. Масаланинг қўйилиши

Кўп ўлчамли маълумотлар фазосида объектларни табиий кластерларга ажратиш, уларни чуқур таҳлил қилиш ва визуализация қилиш замонавий таҳлил усулларининг асосий муаммоларидан биридир. Масалан, агрономик, экологик ёки соғлиқни сақлаш соҳаларида йиғилган катта ҳажмдаги маълумотлар орқали уларнинг ички тузилмасини аниқлаш, таснифлаш ва қарор қабул қилишда фойдаланиш талаб қилинади.

Анъанавий кластерлаш усуллари (масалан, K-means, Hierarchical Clustering) маълумотларнинг юқори ўлчамлилиги, чизиксиз тузилмаси ва оғир ҳажми сабабли кўп ҳолларда самарасиз бўлади. Шунинг учун