13.00.00 – PEDAGOGIKA FANLARI

KOMPLEKS SONLAR VA ULAR USTIDA AMALLAR

Hasanov Behzod Normurot o'g'li,
Buxoro davlat pedagogika instituti, "Matematika va informatika" yo'nalishi 3-bosqich talabasi
https://orcid.org/ 0009-0004-9588-7130
https://doi.org/10.53885/edinres.2024.04.2.085

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada algebraik shakldagi kompleks sonlar va ular ustida amallar ko'rib chiqilgan. Maqolada, kompleks sonlar va ularning qo'shimcha amallarini, shu jumladan qo'shish, ko'paytirish, kvadrat ildizlarini hisoblashni, shuningdek, ularning o'zaro qo'shimcha xususiyatlarini tushuntirilgan. Maqolada kompleks sonlarning algebraik shaklini ta'riflash, ularning haqiqiy va mavhum qismlarini ajratib chiqarish, shuningdek, ularning o'ziga xos xossalarni ko'rsatadi. Barcha muammolar va hisoblash usullari asosida, ilmiy tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan formulalar va ko'rsatkichlar maqolada taqdim etilgan. Maqolada qo'shimcha ravishda, algebra fanining kompleks sonlar bo'yicha tushunchalarini o'rganish, ularning amaliyotda qanday qo'llanilishi va algoritmik hal qilinishi ham ko'rsatilgan. Ushbu tadqiqotning natijalari algebra fanidan bo'lgan qiziqishni yana oshirib, mavzuni o'rganishni o'z ichiga olgan insonlar uchun foydali bo'ladi.

Tayanch iboralar: kompleks son; mavhum birlik; kompleks sonning haqiqiy va mavhum qismi; kompleks-qo'shma son; kompleks tekislik; haqiqiy va mavhum o'q; kompleks sonning absolyut qiymati va argumenti; kompleks sonning trigonometrik shakli; yig'indining absolyut qiymati haqidagi teorema; Muavr formulasi.

КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И ДЕЙСТВИЯ НАД НИМИ

Хасанов Бекзод Нормурод угли,
Бухарский государственный педагогический институт, Студент 3 курса специальности «Математика и информатика»

Аннотация: В данной научной статье рассматриваются комплексные числа в алгебраической форме и операции над ними. В статье объясняются комплексные числа и их дополнительные операции, включая сложение, умножение, квадратные корни, а также их дополнительные свойства. В статье описана алгебраическая форма комплексных чисел, разделены их действительная и абстрактная части, а также показаны их уникальные свойства. На основании всех задач и методов расчета в статье представлены формулы и показатели, разработанные научными исследователями. Кроме того, в статье также показано изучение алгебраических понятий комплексных чисел, их практическое применение и алгоритмическое решение. Результаты этого исследования возродят интерес к алгебре и будут полезны тем, кто занимается изучением этого предмета.

Ключевые слова: Комплексное число; абстрактное единство; действительная и абстрактная часть комплексного числа; комплексное число; сложная плоскость; реальная и абстрактная оси; абсолютное значение и аргумент комплексного числа; тригонометрическая форма комплексного числа; теорема об абсолютной величине суммы; Формула Муавра.

COMPLEX NUMBERS AND OPERATIONS ON THEM

Hasanov Behzod Normurot oʻgʻli,
Bukhara State Pedagogical Institute, 3rd level student of «Mathematics and Informatics».

Abstract: Complex numbers in algebraic form and operations on them are considered in this scientific article. The article explains complex numbers and their complementary operations, including addition, multiplication, square roots, and their complementary properties. The article describes the algebraic form of complex numbers, separates their real and abstract parts, and also shows their unique properties. Based on all problems and calculation methods, formulas and indicators developed by scientific researchers are presented in the article. In addition, the article also shows the study of algebraic concepts of complex numbers, their practical application and algorithmic solution. The results of this study will rekindle interest in algebra and be useful to those involved in the study of the subject.

Key words: Complex number; abstract unity; real and abstract part of a complex number; complex number; complex plane; real and abstract axis; absolute value and argument of a complex number; trigonometric form of a complex number; theorem about the absolute value of the sum; Muavr formula.

Kirish. Tajribalar shuni koʻrsatadiki boshlangan ishni sabr toqat bilan mustaqil ravishda tinmay izlanish oraqali ohiriga yetganlaridagina hayotda koʻzlagan maqsadlariga erishadilar. Oʻquvchi talabalarga ananviy hislatli tarbiyalashda mustaqil ishlarni tashkil etib oʻziga xos muhim oʻrin tutadi. Oʻquvchi yoshlarni hozirgi kundan axborot oqimini nihoyatda kattaligi, fantexnika taraqqiyoti tufayli oʻquvchi qanchalik mohir boʻlmasin, dars jarayonida qanchalik fan boʻyicha qanchalik bilimga ega boʻlmasin oʻquvchilar bilimni yetkaza olmaydi. Uning toʻldirishni yagona yoʻli oʻquvchi talabalarning oʻz ustilarida mustaqil ishlashlaridir. Shu nuqtai nazardan bizga berilgan oʻqitish jarayonida talabalar mustaqil ishlarini tutgan oʻrni, mustaqil talimga alohida diqqat qaratilishi mavzusi hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili.

[3] maqolada informatika darslarida Python dasturlash tilida ma’lumot to’plamlari va turlari va texnologiyalaridan foydalanish toʻgʻrisida ma’lumot keltirilgan.

[4] maqolada oʻquv fanlarini oʻrganishda Python dasturlash tilini oʻqitishda funksiyalardan foydalanish metodikasi va fanning tarixiga yondashuv ma’lum darajada oʻquv jarayonini ilmiy bilimga yaqinlashtirishi hamda oʻqituvchining informatika tushunchalari bilan tanishar ekan, dars jarayonida ularning tarixi va rivojlanishi (asosan, buyuk ajdodlarimiz xizmatlari) haqida soʻz yuritishi oʻquvchilarning fanga boʻlgan qiziqishini oshirishidi.

[5] maqolada matematika fanini oʻrgatish jarayonida didaktik oʻyinlardan foydalanilanish masalasi tahlil qilingan. Darslarning qay darajada tashkillanishi bu oʻqituvchining ijodkorlik qobiliyatiga ham bogʻliqligi qayd qilingan. Oʻquvchilar darsdan olgan bilimlarini mustahkamlashi, ularni hayotga tadbiq eta olishga tayyorlanashi haqida so’z yuritilgan.

[6] maqolada bugungi fan va texnika rivojlangan davrda talabalar bilimini mustahkamlashda mustaqil ta’limning oʻrni alohida ahamiyat kasb etishi qayd qilingan.

Shu nuqtai nazardan mustaqil ta’limni bajarishda talabalarda o‘ziga bo‘lgan ishonchni oshirish, mustaqil bilim olish, mustaqil ishlanish va mustaqil o‘z ustida ishlashga o‘rgatish bugungi kunda juda muhimligi ta’kidlangan. Hamda talabalar mustaqil ta’limini tashkil etishda e’tibor qaratilishi lozim bo‘lgan jihatlar, talabalarga berilishi kerak bo‘lgan ko‘rsatmalar haqida qisqacha to‘xtalib o‘tilgan.

[7] maqolada ishga doir mantli masalalar va ular qanday turlarga bo‘linishi, ularni yechish bosqichlari, bu kabi masalalarda uchraydigan asosiy qonuniyatlar haqida qisqacha tushunchalar keltirilgan. Ishga doir matnli arifmetik masalalarni yechishda qanday tasdiqlarga e’tibor berishimiz kerakligi haqida mulohazalarni umumlashtirib, mavzu bo‘yicha masalalar yechimlari namuna sifatida keltirilgan. Keltirilgan tasdiqlar va mulohazalar bilan yechilgan masalalar o‘quvchilar hamda fanni mustaqil o‘rganuvchilarga matnli masalalarni qiyinchiliklarsiz o‘zlashtirishga yordam berishi ta’kidlangan.

[8] maqolada talabalarni ijodiy tafakkurini rivojlantirish uchun bir qator nazariy va mantiqiy asoslar taqdim etilgan, ularsiz ko‘rsatkichli tenglamalar va tengsizliklarni to‘g‘ri yechish imkonsizligi ta’kidlangan. Ko‘rsatkichli tenglamalarning tipik variantlari va tengsizliklar, shuningdek, bunday muammolarni hal qilish bo‘yicha ko‘rsatmalar berilgan.

[9] maqolada ta’lim sohasini rivojlantirishda ilg‘or tajribalardan foydalanib tengsizliklarni yechishda asosiy bilimlarga ega bo‘lish va yechimlarni umumlashtirishda xatolikka yo‘l qo‘ymaslik uchun nimalarga e’tibor qaratish lozimligi to‘g‘risida muhim ma’lumotlar keltirilgan. Algoritmik usul yordamida kasr-ratsional, irratsional, logarifmik va trigonometrik funksiyalarga doir tengsizliklarga oid misollarning yechimi keltirilgan.

[10-20] maqola o‘quv jarayoni sifatini oshirish vositasi sifatida interfaol texnologiyalar samaradorligini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Bugungi kunda o‘quv jarayonida interfaol usullardan foydalanish keng joriy etilayotgani, bu esa o‘quv jarayonini insonparvarlashtirish, demokratlashtirish va erkinlashtirishni talab qilishi qayd qilingan. Interfaol usullar katta vaqt va jismoniy kuch sarflamasdan, qisqa vaqt ichida yuqori natijalarga erishishga qaratilganligi, o‘quvchiga nazariy bilimlarni o‘rgatish, muayyan faoliyat turlari bo‘yicha ko‘nikma va malakalarni egallash, axloqiy fazilatlarni shakllantirish, o‘quvchi bilimini nazorat qilish va baholash katta mahorat va epchillikni talab qilishi haqida so‘z yuritilgan.

Asosiy qism. Bizga R haqiqiy sonlar to‘plami berilgan bo‘lsin. $C = RxR$ to‘plamda qo‘shish va ko‘paytirish amallarini quyidagicha aniqlaymiz:

$$(a,b)+(c,d)=(a+c,b+d),$$

$$(a,b)\cdot(c,d)=(ac-bd,bc+ad).$$

Ravshanki, C da aniqlangan qo‘shish va ko‘paytirish amallari uchun quyidagi shartlar bajariladi:

a) qo‘shishning kommutativligi: $(a,b)+(c,d)=(c,d)+(a,b),$

b) qo‘shishning assotsiativligi:

$$[(a,b)+(c,d)]+(e,f)=(a,b)+[(c,d)+(e,f)],$$

c) ko‘paytirishning kommutativligi $(a,b)\cdot(c,d)=(c,d)\cdot(a,b),$

d) ko‘paytirishning assotsiativligi:

$$[(a,b)\cdot(c,d)]\cdot(e,f)=(a,b)\cdot[(c,d)\cdot(e,f)].$$

Ushbu qonunning o‘rinli ekanligi quyidagi tengliklardan kelib chiqadi:

$$[(a,b)\cdot(c,d)]\cdot(e,f)=(ac-bd,ad+bc)\cdot(e,f)=$$
$$=ace-bde-adf-bcf+acf-bdf+ade+bcf,$$

$$(a,b)\cdot[(c,d)\cdot(e,f)]=(a,b)\cdot(ce-df,cf+de)=$$
$$=ace-bde-adf-bcf+acf-bdf+ade+bcf.$$

e) distributivlik qonuni:

$$[(a,b)+(c,d)]\cdot(e,f)=(a,b)\cdot(e,f)+(c,d)\cdot(e,f);$$

Qo‘shish va ko‘paytirish amallarini bog‘lovchi ushbu distributivlik qonuni ham o‘rinli bo‘lishini tekshirish qiyin emas:

$$[(a,b)+(c,d)]\cdot(e,f)=(a+c,b+d)\cdot(e,f)=$$
$$=(ae+ce-bf-df,af+cf+be+de),$$

$$(a,b)\cdot(e,f)+(c,d)\cdot(e,f)=(ae-bf,af+be)+(ce-df,cf+df)=$$
$$=(ae+ce-bf-df,af+cf+be+de).$$

Ta’kidlash joizki, $(0,0)$ element C to‘plamning trivial (nol) elementi, $(1,0)$ element esa birlik elementi bo‘ladi, ya’ni:

$$(a,b)+(0,0)=(0,0)+(a,b)=(a,b),$$

$$(a,b)\cdot(1,0)=(1,0)\cdot(a,b)=(a,b).$$

Ma’lumki, ixtiyoriy (a,b)ϵC element qarama-qarshi $(-a,-b)$ elementga ega.

Endi biz C to‘plamdagi ixtiyoriy noldan farqli (a,b) elementning teskarilanuvchi ekanligini ya’ni $(a,b)\cdot(x,y)=(1,0)$ tenglama yechimga ega ekanligini ko‘rsatamiz. Ushbu tenglamadan quyidagiga ega bo‘lamiz

$$(ax-by,ay+by)=(1,0).$$

Bu tenglikdan quyidagi ikki noma’lumli tenglamalar sistemasi hosil bo’ladi

$$\begin{cases} ax - by = 1, \\ bx + ay = 0. \end{cases}$$

Ma'lumki, bu sistema $(a,b) \neq (0,0)$ bo‘lganda yechimga ega bo'lib, $x = \frac{a}{a^2 + b^2}$, $y = \frac{-b}{a^2 + b^2}$ ekanligi kelib chiqadi.

Demak, (a,b) element uchun teskari element

$$(a,b)^{-1} = \left(\frac{a}{a^2 + b^2}, -\frac{b}{a^2 + b^2} \right)$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi.

1-ta'rif Qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish va bo‘lish amallari aniqlangan C to‘plamga *kompleks sonlar to'plami*, uning elementlari esa kompleks sonlar deb ataladi.

Kompleks sonlar to‘plamining $(a,0)$ ko‘rinishidagi elementlari to‘plamini R_1 orqali belgilaymiz.C da kiritilgan qo‘shish va ko‘paytirish amallarini R_1 da qaraymiz:

$$(a,0) + (c,0) = (a + c, 0),$$

$$(a,0) \cdot (c,0) = (ac, 0).$$

Ushbu tengliklardan ko‘rinadiki, $R_1$to‘plamdagi qo‘shish va ko‘paytirish amallari, haqiqiy sonlar to‘plamidagi amallar kabi aniqlanadi.

R_1 va R to‘plamlar orasida $f\left((a,0)\right) = a$ kabi f: R1 $\rightarrow R$ moslik o'rnatsak, yuqoridagi tengliklardan ushbu moslik ko‘paytma va yig‘indi amallarini saqlashi kelib chiqadi. Demak, $(a,0) = a$ deb olish mumkin.

Agar $(0,1)$ elementni i orqali belgilasak,

$$i^2 = (0,1) \cdot (0,1) = (-1,0) = -1$$

bo‘ladi. Ushbu IϵC elementga *mavhum birlik* deyiladi. Ixtiyoriy (a,b)ϵC uchun

$$(a,b) = (a,0) + (0,b) = (a,0) + (b,0) \cdot (0,1) = a + bi$$

tenglikni yozishimiz mumkin. Shunday qilib,C kompleks sonlar to‘plamining ixtiyoriy elementini $z = a + bi$ shaklda yozish mumkin. Bu shaklga kompleks sonning *algebraik shakli* deyiladi.

Kompleks sonning algebraik shaklidagi a songa kompleks sonnning haqiqiy qismi deyiladi va $\mathrm{Re}(z)$ orqali belgilanadi. Undagi b soni esa z kompleks sonning mavhum qismi deyiladi va $\mathrm{Im}(z)$ orqali belgilanadi. Mavhum qismi nolga teng bo‘lgan kompleks sonlar haqiqiy sonlar bo‘lsa, haqiqiy qismi nol bo‘lgan kompleks sonlar mavhum kompleks sonlar deyiladi.

Ushbu $\overline{z} = a - bi$kompleks soni $z = a + bi$ kompleks soniga qo‘shma kompleks son deyiladi. Qo‘shma kompleks sonlar uchun

$$z + \overline{z} = (a + bi) + (a - bi) = 2a,$$

$$z \cdot \overline{z} = (a + bi) \cdot (a - bi) = a^2 + b^2$$

tengliklar o‘rinli, ya’ni kompleks sonning o‘z qo‘shmasiga yig‘indisi va ko‘paytmasi haqiqiy son bo‘ladi.

1-xossa. Kompleks sonlarning qo‘shmasi quyidagi xossalarga ega:

a) $\overline{z_1 + z_2} = \overline{z_1} + \overline{z_2}$;

b) $\overline{z_1 - z_2} = \overline{z_1} - \overline{z_2}$;

c) $\overline{z_1 \cdot z_2} = \overline{z_1} \cdot \overline{z_2}$;

d) $\overline{\left(\frac{z_1}{z_2}\right)} = \frac{\overline{z_1}}{\overline{z_2}}$.

Kompleks sonning teskarisini topishda uning qo‘shmasidan foydalanish juda qulay hisoblanadi:

$$(a+bi)^{-1} = \frac{1}{a+bi} = \frac{1}{a+bi} \cdot \frac{a-bi}{a-bi} = \frac{a-bi}{a^2+b^2} = \frac{a}{a^2+b^2} - \frac{b}{a^2+b^2} i.$$

1-tasdiq. Bizga $z = a + bi$ kompleks son berilgan bo‘lib, $u + vi$ uning kvadrat ildizi bo‘lsin, u holda

$$u = \pm\sqrt{\frac{1}{2}\left(a + \sqrt{a^2 + b^2}\right)},$$

$$v = \pm\sqrt{\frac{1}{2}\left(-a + \sqrt{a^2 + b^2}\right)}.$$

Isbot. Aytaylik, $\sqrt{a+bi} = u + vi$ bo‘lsin. U holda bu tenglikni ikkala tomonini kvadratga ko‘tarsak,

$$(u+vi)^2 = a + bi$$

tenglikni hosil qilamiz. Bundan

$$\begin{cases} u^2 - v^2 = a, \\ 2uv = b. \end{cases} \tag{1}$$

tenglamalar sistemasi kelib chiqadi. Bu sistemadagi tenglamalarning har birining ikkala tomonini kvadratga ko‘tarib, so‘ngra ularni qo‘shsak, quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz:

$$(u^2 - v^2)^2 + 4u^2v^2 = (u^2 + v^2)^2 = a^2 + b^2.$$

So‘nggi tenglikdan $u^2 + v^2 = \sqrt{a^2 + b^2}$ (ildiz musbat ishorali, chunki tenglikning chap tomoni musbat sondir). Bu tenglikdan va tenglamalar sistemasi birinchi tenglamasidan quyidagilarni hosil qilamiz:

$$u^2 = \frac{1}{2}\left(a + \sqrt{a^2 + b^2}\right),$$

$$v^2 = \frac{1}{2}\left(-a + \sqrt{a^2 + b^2}\right).$$

Kvadrat ildizdan chiqarib,

$$u=\pm\sqrt{\frac{1}{2}\left(a+\sqrt{a^2+b^2}\right)},$$

$$v=\pm\sqrt{\frac{1}{2}\left(-a+\sqrt{a^2+b^2}\right)}$$

u va v larni topamiz. (4.1) tenglamalar sistemasining ikkinchi tengligiga ko'ra uv ko'paytmaning ishorasi b ning ishorasi bilan bir xil bo'ladi, ya'ni agar $b>0$ bo'lsa, u va v lar bir vaqtning o'zida musbat yoki manfiy ishorali, agar $b<0$ bo'lsa, u va v lar turli ishorali bo'ladi.

Shunday qilib, ixtiyoriy kompleks sonnning ikkita kvadrat ildizi mavjud va ular bir-biridan ishorasi bilan farq qiluvchi sonlar bo'ladi. Xususan, manfiy haqiqiy sonlardan ham kvadrat ildiz chiqarish mumkin. Haqiqatan ham, agar $a<0$ va $b=0$ bo'lsa, u holda $\sqrt{a^2+b^2}=-a$ (bu ildiz musbat) va $u^2=\frac{1}{2}\left(a-a\right)=0$, ya'ni $u=0$ bo'ladi. Demak, $\sqrt{u}=\pm\sqrt{-a}\cdot i$ bo'ladi.

1-misol. $z=-35-12i$ kompleks sonning kvadrat ildizlarini toping. Bu yerda $a=-35$, $b=-12$ ekanligi uchun

$$\sqrt{a^2+b^2}=\sqrt{1225+144}=\sqrt{1369}=37.$$

Shuning uchun

$$u^2=\frac{1}{2}\left(35+37\right)=36,$$

$$v^2=\frac{1}{2}\left(-35+37\right)=1.$$

Demak, $u=\pm 6,\ v=\pm 1$, hamda $b<0$ bo'lganligi sababli, u va v larning ishoralari turli xil bo'ladi, shuning uchun

$$\sqrt{-35-12i}=\pm(6-i).$$

2- misol. $(2+4i)z^2+2z+6-6i=0$ kvadrat tenglamani kompleks sonlar maydonida yeching.

Kvadrat tenglamaning diskriminanti $D=2\sqrt{-35-12i}=2(6-i)$ bo'lib,

$$z_1=\frac{-2-2\left(6-i\right)}{2\left(2+4i\right)}=\frac{-7+i}{2+4i}\cdot\frac{2-4i}{2-4i}=\frac{-10+30i}{4+16}=\frac{-10+30i}{20}=-\frac{1}{2}+\frac{3}{2}i.$$

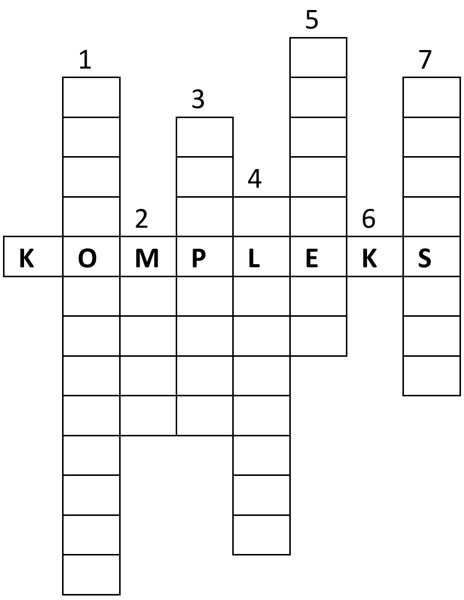
$$z_2=\frac{-2+2\left(6-i\right)}{2\left(2+4i\right)}=\frac{5-i}{2+4i}\cdot\frac{2-4i}{2-4i}=\frac{6-22i}{4+16}=\frac{6-22i}{20}=\frac{3}{10}-\frac{11}{10}i.$$

Terms	Atamalar	Izoh
<u>Complex number</u>	Kompleks son	a+bi ko‘rinishdagi ifoda (bu yerda a va b –xaqiqiy sonlar, i-mavhum birlik) kompleks son deyiladi. a soni kompleks sonning xaqiqiy qismi, bi esa uning mavhum qismi deyiladi.
Two equal complex numbers	Ikki teng kompleks sonlar	Ikkita a+bi va s+di kompleks sonlar faqat va faqatgina a=c va b=d bo‘lgandagina bir-biriga teng deyiladi
Joint complex numbers	O’zaro qo’shma kompleks sonlar	a+ib va a-ib ko‘rinishidagi kompleks sonlar o‘zaro qo‘shma kompleks sonlar deyiladi
The formule of Muavr	Muavr formulasi	$z^n = (r(\cos\varphi + i\sin\varphi)^n = r^n(\cos n\varphi + i\sin n\varphi)$

Krossvord metodi orqali o‘z biliminggizga qanchalik qat’iyatli ekaninggizni tekshirib olasiz. Krasvord metodida mavzuga oid “KOMPLEKS” so’zi asos qilib olingan.

Krasvord savollari:

1. $\alpha = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ kompleks sonning qanday ko’rinishi?
2. $\alpha^n = r^n(\cos n\varphi + i\sin n\varphi)$,___ ...... formulasi
3. C harfi bilan belgilanadigan sonlar to’plami bu__ .... sonlar to’plami
4. $z = a + bi$ kompleks sonning qanday ko’rinishi?
5. ϕ kompleks sonning qanday qismi ?
6. kompleks sonlar ustida qanday ish bajarib bo’lmaydi?



Xulosa: bu maqola algebraik shakldagi kompleks sonlar va ular ustida amallar bo’yicha ilmiy tadqiqotni o’z ichiga olgan. Ushbu tadqiqotda, kompleks sonlar va ularning qo’shimcha amallari, shu jumladan qo’shish, ko’paytirish, kvadrat ildizlarini hisoblash va o’zaro qo’shimcha xossalari ko’rib chiqilgan. Maqola, kompleks sonlarning haqiqiy va mavhum qismlarini ajratib chiqarish, shuningdek, ularning o’ziga xos xossalarni ko’rsatadi.

Maqola, ilmiy tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan formulalar va ko’rsatkichlarni taqdim etadi, shuningdek, «Fundamental of Abstract Algebra» (Malik D.S., Mordeson J.N., Sen M.K., 1997) va «Algebra and Number Theory» (Martyn R. Dixon, Leonid A. Kurdachenko, Igor Ya. Subbotin, 2010) kabi maqbul adabiyotlardan foydalanilgan.

Xulosa, algebra fanining kompleks sonlar bo’yicha tushunchalarini o’rganish, ularning amaliyotda qanday qo’llanilishi va algoritmik hal qilinishi bo’yicha o’z fikrini bildiradi. Ushbu tadqiqotning natijalari algebra fanidan bo’lgan qiziqishni yana oshirib, mavzuni o’rganishni o’z ichiga olgan insonlar uchun foydali bo’ladi.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro’yxati

1. Malik D.S., Mordeson J.N., Sen M.K. Fundamental of abstract algebra. WCB McGrew-Hill, 1997.
2. Martyn R. Dixon, Leonid A. Kurdachenko, Igor Ya. Subbotin, “Algebra and number theory” 2010.
3. Nozimbek Zaripov, Behzod Hasanov Python dasturlash tilida ma’lumot to’plamlari va turlari Interpretation and researches 2023/5/27 Том 1 . №1 с.
4. Nozimbek Zaripov, Behzod Hasanov Python dasturlash tilini o‘qitishda funksiyalardan foydalanish metodikasi Talqin va tadqiqotlar 2023/2/27 Том 1. №18 с.
5. Hasanov Behzod Normurot o‘g‘li Matritsa ustida amallar bajarish metodlari Educational research in universal sciences, 2024/3/3 с.38–45.
6. Behzod Hasanov. Kompyuter tarmoqlari haqida umumiy tushunchalar. Ilm-fan va ta’lim 2024/4/14. 5 (20) с.221-226.
7. Hasanov Behzod Normurot o‘g‘li Zaripov Nozimbek Nayimovich. Pythonda masalalarni dasturlash va ularni o’qitish metodikasi. Ta’lim tizimida zamonaviy axborot texnologiyalari resurslaridan foydalanish istiqbollari”. 2023/5/30.с. 462-464.
8. Hasanov Behzod normurot o‘g‘li zaripov nozimbek nayimovich. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida dasturlash tillarini o‘qitish metodikasi. Boshlang‘ich ta’limda xalqaro tajribalar: yangi avlod darsliklari, milliy dastur va raqamli texnologiyalar integratsiyasi. 2023/5/19. С. 791-793
9. Zaripov Nozimbek Nayimovich, Hasanov Behzod Normurot O’G’Li. Python dasturlash tilini o ‘qitishda funksiyalardan foydalanish metodikasi. Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali. 2023 . Том 1 №1 с. 15-19.
10. Hasanov B.N Zaripov N. N.. Python dasturlash tilida foydalanuvchi grafik interfeysi imkoniyatlari. Математик моделлаштириш ва ахборот технологияларининг долзарб масалалари» халқаро илмий-амалий анжуман. 2023/5/2. Том 3 №3 с. 455-457.
11. Hasanov B.N Zaripov N. N. Python dasturlash tilida ma’lumot to’plamlari va turlari. Lm-fan muammolari tadqiqotchilar talqinida ilmiy konferensiya ”. 2023/5/20.с. 275-277.
12. Nozimbek Zaripov, Behzod Hasanov. Scratch dasturlash muhitida tarmoqlanuvchi bloklar bilan ishlash. Евразийский журнал академических исследований. 2023/6/6. Том 3. №6 с.98-101.
13. Hasanov Behzod Normurot o‘g‘li Zaripov Nozimbek Nayimovich. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarida dasturlash tillarini o‘qitish metodikasi. Boshlang‘ich ta’limda xalqaro tajribalar: yangi avlod darsliklari, milliy dastur va raqamli texnologiyalar integratsiyasi. 2023/5/19. С. 791-793.
14. A. Sh. Rashidov Matematika darslarida ta’limning shaxsga yo ‘naltirilgan texnologiyasi. Центр научных публикаций. 2021 yil. 3-son. 68-72 bet

15. A.Sh. Rashidov Ijtimoiy-gumanitar ta'lim yo'nalishi talabalari uchun matematik fanlar bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish. Science and Education №9. C 283-291

16. О.О.Халлоқова. А.Рашидов Пороговое собственное значение модели Фридрихса. Молодой ученый, 2015 №15. С. 1-3

17. A. Sh. Rashidov Interaktivnyye metody pri izuchenii temy «Opredelennyy integral i yego prilozheniya». Nauchnyye issledovaniya. № 34:3. C 21-24

18. A. Sh. Rashidov Yoshlar intellektual kamolotida ijodiy tafakkur va kreativlikning o'rni. Pedagogik mahorat 2021 yil №7. 114-116 bet.

19 .A.Sh. Rashidov.Matematika fanlaridan talaba yoshlar ijodiy tafakkurini rivojlantirish. Fan va jamiyat №3. C 45-46

20. A.Sh. Rashidov замонавий таълим ва инновацион технологиялар соҳасидаги илғор тажрибалар. Центр научных публикаций. 2021 yil. 3-son. 68-72 bet 8-14