

**Abdullayeva Nodira Qamaraddin qizi**

*Nókis Mámleket pedagogika instituti studenti*

**Anotatsiya:** bul maqala járdeminde sáwlelendiriwlerden paydalanıw, olar ústinde ámellerdi kórip shıǵamız.

**Gilt sózler:** sawleleniwler, sozılıw koifficienti, burılıw múyeshi,  $R(\varphi)$ ,  $\alpha(\varphi)$ , tuwındı, haqiqiy hám jormal bolekler,  $D$  oblasttıń, h.t.b.

**1.** Oylab koreyik,  $\gamma - z_0$  noqattan shıǵıwshı  $\arg(z - z_0) = \varphi$  nur bolsin. Misalda sawleleniwler ushın  $z_0$  noqattaǵı sozılıw koifficienti  $R(\varphi)$  hám burılıw múyeshi  $\alpha(\varphi)$  tabılsın.

$$w = z^2, z_0 = 1 + i, (1, 1)$$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep sozılıw koifficientin tabıw ushın funkciyanıń  $z_0$  noqattaǵı tuwındısın tabamız.

$$w' = 2x + 2iy, (1, 1)$$

Soń tabılǵan zattı modulga salıp esaplaymız.

$$R = |w'| = |2x + 2iy| = |2 + 2i| = \sqrt{4 + 4} = 2\sqrt{2}$$

Al burılıw múyeshin tomendegishe tabamız.

$$\alpha(\varphi) = \arctg \frac{1}{1} = \frac{\pi}{4}$$

**Juwabı.**  $\alpha(\varphi) = \frac{\pi}{4}, R = 2\sqrt{2}$

**2.** Tómenegi toplamlardıń  $w = z^2$  sawleleniw járdemindegi sawlesin tabıń.

$$\operatorname{Im} z > 0$$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep funkciyamızdan haqiqiy hám jormal boleklerin tabamız.

$$w = (x + iy)^2 = x^2 - y^2 + 2ixy \text{ bunda } u = x^2 - y^2, v = 2xy$$

Tabılǵanlardan paydalanıp joqarıdaǵı teńsizlikti esaplaymız.

$$x = \frac{v}{2y}, u = \frac{v^2}{4y^2} - (y)^2 \Rightarrow 4y^2u = v^2 - 4y^4 \Rightarrow 4t^2 - 4tu - v^2 = 0 \Rightarrow t_{1,2} = \frac{4u \pm \sqrt{16u^2 + 16v^2}}{8} \Rightarrow t_{1,2} = \frac{u \pm \sqrt{u^2 + v^2}}{2}$$

$$y < 0, \frac{u - \sqrt{u^2 + v^2}}{2} < 0 \Rightarrow u - \sqrt{u^2 + v^2} < 0 \Rightarrow (u)^2 < u^2 + v^2 \Rightarrow u^2 < u^2 + v^2 \Rightarrow 0 < v$$

**Juwabı.**  $\text{Im } w > 0$

3. Sonday noqatlar kópligin tabıń  $w = \frac{i}{z}$  sáwlelendiriwdiń usı noqatlardaǵı burılıw múyeshi 0ge teń bolsın.

**Sheshiliwi:** Dáslep  $w = \frac{i}{z}$  funkciyamızdan tuwındı alamız.

Tuwındı alǵanıımızdan soń bólshektiń bólimin túyinlesine kóbeytip sáykes tárizde  $U(x, y)$  hám  $V(x, y)$  ti tabamız.

$$w' = -1i \frac{1}{z^2} = -\frac{i}{z^2} = a + bi = U(x, y) + V(x, y)i$$

$$\text{Bunda } U(x, y) = 0, V(x, y) = -\frac{i}{z^2}$$

Tabılǵan  $U$  hám  $V$  lardan paydalanıp burılıw múyeshin 0 ge teńlep noqatlar kópligin tabamız.

$$\text{arctg} \left( \frac{V}{U} \right) = 0$$

$$\text{arctg} \left( \frac{-\frac{i}{z^2}}{0} \right) = 0$$

4. Berilgen  $D$  oblasttıń  $w=f(z)$  sıızıqlı funkciya járdemindegi sáwleleniwın tabıń.

$$D = \{0 < \text{Re}Z < 1\}$$

**Sheshiliwi:**

Dáslep  $W = 2iz + 1 - i$  ten  $z$  ti tawıp alsaq ol tómendegishe:

$$z = \frac{w - 1 + i}{2i} = \frac{(w - 1 + i)i}{-2} = \frac{iw - i - 1}{-2} = \frac{i(w - 1) - 1}{-2}$$

$$= \frac{i(u + iv - 1) - 1}{-2} = \frac{i(u - 1) - v - 1}{-2} = \frac{i(u - 1)}{-2} - \frac{(v + 1)}{2}$$

D oblasttaǵı  $z$  tiń ornına alıp barıp sáwleleniwın tabamız.

$$0 < \frac{w+1}{2} < 1 \qquad 0 < v+1 < 2$$

$$-1 < v < 1$$

**5.** Tómenдеgi kópliktiń  $w = e^z$  sáwlelendiriw járdeminde sáwleleniwın tabıń.

$$z = \ln w$$

**Sheshiliwi:** Dáslep  $w = e^z$  sáwleleniwden haqıyqıy hám jormal bóleklerin tabamız.

$$x + iy = \ln(u + iv)$$

$$x + ix = \ln(u + iv)$$

$$x(1 + i) = \ln(u + iv)$$

$$U + iv = e^{x(1+i)}$$

$$w = e^{x(1+i)}$$

$$w = e^\varphi$$

$$\operatorname{Re} w = e^x \cos y$$

$$\operatorname{Im} w = e^x \sin y$$

Bunnan tabılǵan  $\operatorname{Im} w = e^x \sin y$  taǵı sinustiń grafigin sızılıw arqalı sáwleleniwın tabamız.

**6.** Sonday noqatlar kópligin tabıń, sol noqatlarda sawlelendiriwlerdiń sozılıw koifficienti 1 ge teń bolsın.

$$w = \frac{1}{z}$$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep funkciyamızdan tuwındı alamız hám ápiwayılastıramız.

$$w' = \left(\frac{1}{z}\right)' = -\frac{1}{z^2} = -\frac{1}{x^2 - y^2 + 2ixy} = -\frac{x^2 - y^2 - 2ixy}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2} = -\frac{x^2 - y^2}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2} - i \frac{-2xy}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2}$$

Sozılıw koifficientinen paydalanıp koplikti tabamız.

$$k = |w| = \left| -\frac{x^2 - y^2}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2} + i \frac{2xy}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2} \right| = \sqrt{\left(-\frac{x^2 - y^2}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2}\right)^2 + \left(\frac{2xy}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2}\right)^2}$$

$$\sqrt{\left(-\frac{x^2 - y^2}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2}\right)^2 + \left(\frac{-2xy}{(x^2 - y^2)^2 + (2xy)^2}\right)^2} = 1 \Rightarrow (x^2 - y^2)^2 + (-2xy)^2 =$$

$$= x^4 + y^4 - 2x^2y^2 + 4x^2y^2 = 1 \Rightarrow (x^2 + y^2)^2 = 1 \Rightarrow x^2 + y^2 = 1 \Rightarrow |z| = 1$$

**Juwabi.**  $|z| = 1$

**7.** Berilgen  $D$  oblasttıń  $w = f(z)$  sıızıqlı funkciya jardeminde sawleleniwin tabıń.

$$D = \{(\operatorname{Re} z)^2 + \operatorname{Im} z < 1\}, w = -z + 1$$

**Shıǵarılwı.**

Dáslep funkciyamızdan haqiqiy hám jormal bóleklerin saykes tawip alamız.

$$z = 1 - w = 1 - u - iv \Rightarrow x = 1 - u, y = -v$$

Soń tabılǵan bóleklerdi berilgen oblastqa jaylastıramız.

$$(1 - u)^2 - v < 1 \Rightarrow (1 - \operatorname{Re} w)^2 - \operatorname{Im} w < 1$$

**Juwabi.**  $(\operatorname{Re} w - 1)^2 - \operatorname{Im} w < 1$

**8.** Tómendegi koplíklerdiń  $w = e^z$  Sawleleniwler jardemindegi sawlesin atabıń.

$$\operatorname{Im} z = \frac{\pi}{2}$$

**Shıǵarılwı.**

Dáslep funkciyanı apiwayılastıramız.

$$w = e^z = e^{x+iy} = e^x (\cos y + i \sin y) = e^x \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}\right) = e^x (0 + i) = ie^x$$

Bil jerde  $\operatorname{Im} z = \frac{\pi}{2} \Rightarrow y = \frac{\pi}{2}$  ekeliginen paydalandıq.

$$\arg w = \operatorname{arctg} \frac{v}{u} = \operatorname{arctg} \frac{ie^x}{0} = \frac{\pi}{2}$$

**Juwabi.**  $\arg w = \frac{\pi}{2}$

**9.** Oylap koreyi,  $\gamma - z_0$  noqattan ótiwshi  $\arg(z - z_0) = \varphi$  nur bolsın.

Misaldaǵı suwretleniwler ushin  $z_0$  noqattaǵı sozılıw koifficienti  $R(\varphi)$  hám burılıw múyeshi  $\alpha(\varphi)$  nı tabılsın.

**Sheshiliwi:**

Dáslep  $w = -iz^2$  funkciyamızdan tuwındı alamız.

$$w' = -2iz = -2i(x + iy) = -2ix + 2y$$

Tuwındı alǵanimızdan son saykes tarizde  $u(x, y)$  hám  $v(x, y)$  ni tawamız.

$$w' = -2iz = -2i(x + iy) = -2ix + 2y \text{ bunda } u(x, y) = 2y \quad v(x, y) = -2x$$

Soń  $R$  uzınlıqtı tawsaq ol tomendegishe boladı.

$$R = |w'(z_0)| = |-2| = \sqrt{(-2)^2 + 0^2} = 2$$

Tawılǵan  $u$  hám  $v$  lardan paydalanıp tomendegi muyeshti tabamız.

$$\alpha = \arctg \frac{v(x, y)}{u(x, y)} = \arctg \frac{-2x_0}{2y_0} = \arctg \frac{0}{1} = \pi$$

**Juwabı:**  $\alpha = \pi \quad R = 2$ .

**10.** Tómendegi  $E$  toplamnıń berilgen suwretleniw járdeminde

suwretleniwın tawıń.  $E = \{|z| > 1, \arg z = \frac{\pi}{3}\}, w = z^3$

**Sheshiliwi:**

Dáslep  $\varphi$  di tawıp alsaq, ol tomendegishe.

$$w = z^3, \quad \arg z = \frac{\pi}{3}, \quad \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$z = \sqrt[3]{w}, \quad \arg w = 3 \arg z$$

$$E = \{|\sqrt[3]{w}| > 1, \frac{\arg w}{3} = \frac{\pi}{3}\} \Rightarrow E = \{|w| > 1, \arg w = \pi\}$$

**Juwabı:**  $E = \{|w| > 1, \arg w = \pi\}$ .

**11.** Oylap koreyik,  $\gamma - z_0$  noqattan shıǵıwshı  $\arg(z - z_0) = \varphi$  nur bolsın.

Misalda sawleleniwler ushin  $z_0$  noqattaǵı sozılıw koifficienti  $R(\varphi)$  hám burılıw múyeshi  $\alpha(\varphi)$  tabılsın.

$$w = z^3, \quad z_0 = -3 + 4i$$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep sozılıw koifficientin tabıw ushın funkciyanıń  $z_0$  noqattaǵı tuwındısın tabamız.

$$w' = 3z^2 = 3x^2 - 3y^2 + 6ixy, \quad z_0 = -3 + 4i, \quad x = -3, y = 4$$

Soń tabılǵan zattı modulga salıp esaplaymız.

$$R(\varphi) = |w'| = |3x^2 - 3y^2 + 6ixy| = \sqrt{(3x^2 - 3y^2)^2 + (6xy)^2} = \sqrt{9 \cdot (-7)^2 + 36 \cdot 9 \cdot 16} = \sqrt{441 + 5184} = 75$$

Al burılıw múyeshin tomendegishe tabamız.

$$\alpha(\varphi) = \arg w \Rightarrow \arg w = 3 \arg z \Rightarrow \alpha(\varphi) = -3 \operatorname{arctg} \frac{4}{3}$$

**Juwabı.**  $\alpha(\varphi) = -3 \operatorname{arctg} \frac{4}{3}$

**12.** Bul  $w = \frac{z-i}{2z+i}$  sawleleniw tómendegi sıziqlardıń qaysı birin tuwrı sıziqqa hám qaysı birin sheńberge sawleleniwın olardıń sawlelerin tawmıstan anıqlań.

$$x - 2y + 1 = 0$$

**Shıǵarılıwı.**

Dásleb berilgen funkciyamızdı ápiwayılastıramız.

$$2zw + iw = z - i, \quad z(2w - 1) = -i - iw$$

$$\begin{aligned} z &= \frac{-i - iw}{2w - 1} = \frac{-i - iu + v}{2u + 2iv - 1} = \frac{v - i(1 + u)}{(2u - 1) + 2iv} = \frac{(v - i - iu)(2u - 1 - 2iv)}{(2u - 1)^2 + 4v^2} = \frac{2uv - v - 2iv^2 - 2ui + i - 2v - 2iu^2 + iu - 2uv}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} = \\ &= \frac{-3v - 2iv^2 - ui + i - 2iu^2}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} = \frac{-3v + i(-2v^2 - u + 1 - 2u^2)}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} \end{aligned}$$

Bul jerde haqiqiy hám jormal bolekleri korinib turıbtı.

$$x = \frac{-3v}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2}, \quad y = \frac{1 - u - 2u^2 - 2v^2}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2}$$

Joqarıdaǵı teńlikke tabılǵan maislerdı qoyatuǵın bolsaq tómendegi koriniske keledi.

$$\begin{aligned} \frac{-3v}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} - \frac{2 - 2u - 4u^2 - 4v^2}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} + \frac{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} &= \frac{-3v - 2 + 2u + 4u^2 + 4v^2 + 4u^2 - 4u + 1 + 4v^2}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} = \\ &= \frac{-3v + 8u^2 + 8v^2 - 2u - 1}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} = \frac{8u^2 + 8v^2 - 2u - 3v - 1}{4u^2 - 4u + 1 + 4v^2} = 0 \end{aligned}$$

$$8u^2 + 8v^2 - 2u - 3v = 1$$

$$8u^2 + 8v^2 - 2u - 3v + \frac{1}{8} + \frac{9}{32} = 1 + \frac{1}{8} + \frac{9}{32}$$

$$8\left(u^2 - \frac{1}{4}u + \frac{1}{64}\right) + 8\left(v^2 - \frac{3}{8}v + \frac{9}{16^2}\right) = \frac{45}{32}$$

$$\left(u - \frac{1}{8}\right)^2 + \left(v - \frac{3}{16}\right)^2 = \frac{45}{256}$$

Budan kirinib turibti sawlениwımız sheńber ekeblıǵı.

**Juwabı.** Oratı  $\left(\frac{1}{8}, \frac{3}{16}\right)$  noqatta bolǵan sheńber.

**13.** Tómenegi toplamlardıń  $w = z^2$  sawlениw jardemindegi sawlesin tabıń.  $\operatorname{Re} z > 1$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep funksiyaımızdan haqıqiy hám jormal boleklerin tabamız.

$$w = (x + iy)^2 = x^2 - y^2 + 2ixy \quad \text{bunda} \quad u = x^2 - y^2, v = 2xy$$

Tabılǵanlardan paydalanıp joqarıdaǵı teńsizlikti esaplaymız.

$$y = \frac{v}{2x}, u = x^2 - \left(\frac{v}{2x}\right)^2 \Rightarrow 4x^2 = 4x^4 - v^2 \Rightarrow 4t^2 - 4t - v^2 = 0 \Rightarrow t_{1,2} = \frac{4u \pm \sqrt{16u^2 + 16v^2}}{8} \Rightarrow t_{1,2} = \frac{u \pm \sqrt{u^2 + v^2}}{2}$$

$$x > 1, x^2 > 1, \frac{u - \sqrt{u^2 + v^2}}{2} > 1 \Rightarrow u - \sqrt{u^2 + v^2} > 2 \Rightarrow (u - 2)^2 > u^2 + v^2 \Rightarrow u^2 - 4u + 4 > u^2 + v^2 \Rightarrow u > 1 - \frac{v^2}{4}$$

$$\text{Juwabı. } \operatorname{Re} z > 1 \Rightarrow \operatorname{Re} w > 1 - \frac{1}{4} \operatorname{Im} w$$

**14.** Sonday noqatlar kópligin tabıń  $w = z^2 - 2z$  sawlelendiriwdiń usı noqatlardaǵı burılıw múyeshi 0ge teń bolsın.

**Sheshiliwi:** Dáslep  $w = z^2 - 2z$  funksiyaımızdan tuwındı alamız.

$$w'(z) = (z^2 - 2z)' = (z^2)' - (2z)' = 2z - 2$$

Tuwındı alǵanıımızdan soń sáykes tárizde  $U(x, y)$  hám  $V(x, y)$  tı tabamız.

$$\text{Bunda} \quad U(x, y) = 2z - z \quad V(x, y) = 0$$

Tabılǵan  $U$  hám  $V$  lardan paydalanıp burılıw múyeshin 0ge teńep noqatlar

kópligin tabamız. Bunda burılıw múyeshiniń formulası:  $\operatorname{arctg}\left(\frac{V}{U}\right) = 0$

$$\operatorname{arctg}\left(\frac{0}{2z - z}\right) = 0 \Rightarrow \frac{0}{2z - z} = 0 \Rightarrow 2z - z \neq 0 \Rightarrow z \neq 1$$

**Juwabi:**  $1 < z_0 < \infty$

**15.** Berilgen  $D$  oblasttıń  $w=f(z)$  sızıqlı funkciya járdemindegi sáwleleniwın tabıń.

$$D = \left\{ |z| < 1, 0 < \arg z < \frac{\pi}{2} \right\}, w = 2iz + 1 - i$$

**Sheshiliwi:**

Dáslep  $w = 2iz + 1 - i$  ten  $z$  ti tawıp alsaq ol tómendegishe:

$$w = 2iz + 1 - i \Rightarrow 2iz = w - 1 + i \Rightarrow z = \frac{w - 1 + i}{2i}$$

$D$  oblasttaǵı  $z$  tiń ornına alıp barıp sáwleleniwın tabamız.

$$|z| = \left| \frac{w - 1 + i}{2i} \right| < 1$$

$$\frac{|w - 1 + i|}{|2i|} < 1 \text{ bul jerde } |-2i| \text{-uzınlıǵı esaplanıp } 2 \text{ boldı.}$$

$$\frac{|w - 1 + i|}{2} < 1$$

$$|w - 1 + i| < 2$$

$D$  oblastta berilgen  $\arg z$  tińde mánisin tawıp alamız:

$$\arg z = \arg \frac{w - 1 + i}{2i}$$

bul jerde logorifmlik qásiyetten paydalanıp tómendegishe jazıw múmkin:

$$\arg z = \arg \frac{w - 1 + i}{2i} = \arg(w - 1 + i) - \arg(2i)$$

$\arg z$  ti berilgen oblastımızǵa qoyıp ápiwayılastırıp alamız:

$$0 < \arg(w - 1 + i) - \arg(2i) < \frac{\pi}{2}$$

$$\arg(2i) < \arg(w - 1 + i) < \frac{\pi}{2} + \arg(2i) \text{ bul jerde } \arg(2i) \text{ mániske iye}$$

argument  $z$  boyınsha múyesh tawıp alınadı.  $z = 2i$  kompleks san haqiqiy bólegi  $x = 0$ , jormalı bólegi  $y = 2$  ge teń.

$$\arg(2i) = \arctg \frac{y}{x} = \arctg \frac{2}{0} = \frac{\pi}{2}$$



$$\frac{\pi}{2} < \arg(w-1+i) < \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} < \arg(w-1+i) < \pi$$

**Juwbabi:**  $\{|w-1+i| < 2\}, \frac{\pi}{2} < \arg(w-1+i) < \pi$

**16.** Tómendegi kópliktiń  $w = e^z$  sáwlelendiriw járdeminde sáwleleniwini tabıń.

$$\text{Im } z = \text{Re } z - 1 \begin{matrix} y = x - 1 \\ x = y + 1 \end{matrix}$$

**Sheshiliwi:** Dáslep  $w = e^z$  sáwleleniwden haqıyqıy hám jormal bóleklerin tabamız.

$$w = e^z = e^{x+iy} = e^x \cdot e^{iy} = e^x (\cos y + i \sin y) = e^x \cos y + i e^x \sin y$$

$$\text{Re } w = e^x \cos y$$

$$\text{Im } w = e^x \sin y$$

Bul jerde  $\arg z \rightarrow \arg w, \varphi \rightarrow \psi$  sáwlelemiwrinlanadı hám  $\psi \rightarrow y$  orınlı boladı.

$$|w| = |e^z| = \sqrt{(e^x \cos y)^2 + (e^x \sin y)^2} = e^x = e^{y+1} = e^{\psi+1}$$

**Juwbabi:**  $\{|w| = e^{\psi+1}, -\infty < \psi < \infty\}$

**17.** Mısalda berilgen  $w = f(z)$  sáwleleniwler nátiyjesinde tegisliginiń qaysı bólegi qısıladı, qaysı bólegi sozıladı.  $w = \frac{z+1}{z}$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep funkciyamızdan tuwındı alamız hám onıń uzınlıǵın esaplaymız.

$$k = |w| = \left| \frac{z+1}{z} \right| = \left| z + \frac{1}{z} \right| = \left| -\frac{1}{z^2} \right| \Rightarrow$$

Eger  $k > 1$  den ulken bolsa sozıladı al kishi bolsa qısıladı.

$$\left| \frac{1}{z} \right| > 1, \left| \frac{1}{z} \right| < 1 \Rightarrow |z| < 1, |z| > 1$$

**Juwabi.**  $|z| > 1$  qısıladı,  $|z| < 1$  sozıladı.

**18.** Tómenđegi sáwleleniwler ushın shekli qozǵalmas noqat  $z_0$ , burılıw múyeshi  $\varphi$  hám sozılıw koyficienti  $k$  nı tabıń.  $w = iz - 4$

**Shıǵarılıwı.**

Dáslep  $z_0$  noqattı tabamız.

$$w = iz - 4, w = y - 4 + ix, w' = i$$

$$w - z_0 = \lambda(z - z_0) \Rightarrow w = \lambda z - z_0(\lambda + 1)$$

$$iz + 4 = \lambda z - z_0(\lambda + 1) \Rightarrow i = \lambda \Rightarrow 4 = z_0(1 - i) \Rightarrow z_0 = \frac{4(1+i)}{2} \Rightarrow z_0 = 2 + 2i$$

Soń soralıǵan  $\varphi$  dı tabamız.

$$\alpha(\varphi) = \arg w = \operatorname{arctg} \frac{v}{u} = \operatorname{arctg} \frac{z}{-4} = \operatorname{arctg} \frac{x+iy}{-4} = \operatorname{arctg} \frac{2+2i}{-4} = \frac{\pi}{2}$$

Sozılıw koyficienti tomenđegishe tabıladı.

$$R(\varphi) = |w'| = \sqrt{1} = 1$$

**Juwabi.**  $z_0 = 2 + 2i, R(\varphi) = 1, \alpha(\varphi) = \frac{\pi}{2}$

#### **Paydalanılǵan ádebiyatlar :**

1. A. Sadullayev; G. Xudaybergenov; X. Mansurov; A. miyrasxoriv; T. To'ychiyev " Matematika analiz ursidan mısıl hám máseleler kompleksi 3 (kompleks analiz) " Tas. " Ózbekstan". 2000.
2. B. Otemuratov " Kompleks analiz". " noshir" baspa 2018.
3. Dennis G. Zill; Patrick D. Shanahan " Kompleks analiz ve uygulamalari" Turkiya. 2013.
4. Dalinger V. A., Simonjenkov S. D. " Kompleksniy analiz" 2-ye izd., ispr. i dop.- Moskva : Izdatel'stvo Yurayt, 2024.- 143 s.- (Visshee obrazovanie).- ISBN 978-5-534-08399 -6.- Tekst : elektronniy // Obrazovatel'naya platforma Yurayt [sayt].- URL: <https://urait.ru/bcode/539459> (data obrasheniya: 26. 06. 2024).