[Scientific Bulletin of Namangan State University](https://uzjournals.edu.uz/namdu)

Volume 2 | Issue 9 Article 3

9-10-2020

EQUIVALENCE OF PATHES WITH RESPECT TO ACTION GROUP OF MOTION OF A HYPERBOLIC PLANE

Kobiljon Kodirjonovich Muminov
Uzbekistan National University, Fergana State University Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, PhD doctorant

Saidakhbor Jurabayev
Uzbekistan National University, Fergana State University Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, PhD doctorant

EQUIVALENCE OF PATHES WITH RESPECT TO ACTION GROUP OF MOTION OF A HYPERBOLIC PLANE

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

ISSN:2181-0427

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ИЛМИЙ АХБОРОТНОМАСИ

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК НАМАНГАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

2020 йил 9 сон

государственного университета. Математика и механика. 2020. № 65. С. 5-21. DOI 10.17223/19988621/65/1

ГИПЕРБОЛИК ТЕКИСЛИКНИНГ ҲАРАКАТЛАРИ ГРУППАСИ ТАЪСИРИГА НИСБАТАН ЙЎЛЛАРНИНГ ЭКВИВАЛЕНТЛИГИ

Мўминов Қобилжон Қодирович, Жўрабоев Саидахбор Солижонович
Ўзбекистон Миллий университети, Фарғона давлат университети
Физика-математика фанлари доктори, профессор, Докторант PhD
Тел: 98 367 41 55 e-mail: m.muminov@rambler.ru
Тел: 93 480 28 88 e-mail: saidaxbor.juraboyev@mail.ru

Аннотация: *Мақолада гиперболик текисликнинг ҳаракатлари группаси таъсирига нисбатан йўлларнинг эквивалентлик масаласи ўрганилган.*

Калит сўзлар: *йўл, эквивалентлик, дифференциал инвариант, проектив текислик.*

ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ПУТЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ДЕЙСТВИЯ ГРУПП ДВИЖЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ ПЛОСКОСТИ

Муминов Кобилжон Кодирович, Журабаев Саидахбор Солижонович
Узбекистан Национальный университет,
Ферганский государственный университет
Доктор физико-математических наук, профессор, Докторант PhD
Тел: 98 367 41 55 e-mail: m.muminov@rambler.ru
Тел: 93 480 28 88 e-mail: saidaxbor.juraboyev@mail.ru

Аннотация: *В статье рассматривается проблема эквивалентности путей относительно действия группы гиперболических плоских движений.*

Ключевые слова: *путь, эквивалентность, дифференциал инвариант, проективные плоскость.*

EQUIVALENCE OF PATHES WITH RESPECT TO ACTION GROUP OF MOTION OF A HYPERBOLIC PLANE

Muminov Kobiljon Kodirjonovich, Jurabayev Saidakhbor Jurabayev
Uzbekistan National University, Fergana State University
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, PhD doctorant
Тел: 98 367 41 55 e-mail: m.muminov@rambler.ru
Тел: 93 480 28 88 e-mail: saidaxbor.juraboyev@mail.ru

Annotation: *The article considers the problem of equivalence of path with respect to the action of a group of hyperbolic plane motions.*

Key words: *path, equivalence, differential invariant, projective motions.*

$V = R^3_{2,1} -$ уч ўлчовли ҳақиқий, псевдоевклид фазоси бўлсин. V фазо элементларини уч ўлчовли $\vec{x} = \{x_j\}_{j=1}^3$ устун векторлар кўринишида тасвирлаймиз, бу ерда $x_j \in R$, $j = \overline{1,3}$. Шунингдек, $GL(3,R)$ орқали V фазонинг барча тескариланувчи алмаштиришлар группасини белгилаймиз. $GL(3,R)$ группанинг V фазога таъсири сифатида $g \in GL(3,R)$ матрицани $\vec{x}$ устун векторга чапдан таъбий кўпайтмасини қараймиз, яъни $(g,\vec{x}) \to g\vec{x}$. Қуйида I орқали R майдоннинг (a,b) оралиғини оламиз (бу ҳол учун $a = -\infty$ ёки $b = +\infty$ бўлиши мумкин).

V фазода аниқланган $I -$*йўл* деб шундай $\vec{x}(t) = \{x_j(t)\}_{j=1}^3$ вектор функцияга айтиладики, унинг барча $x_j : I \to R$ координаталари чексиз марта узлуксиз дифференциалланувчи функцияларни ифодалайди.

$G -$группа $GL(3,R)$ группанинг қисм группаси бўлсин. Агар шундай $g \in G$ элемент мавжуд бўлиб, барча $t \in I$ учун $\vec{y}(t) = g\vec{x}(t)$ тенглик ўринли бўлса, $\vec{x}(t)$ ва $\vec{y}(t)$ $I-$ йўллар $G -$*эквивалент* дейилади.

Дифференциал курсидан маълумки, $\vec{x}(t)$ ва $\vec{y}(t)$ *йўлларнинг $G-$ эквивалент бўлишини заруруий ва етарли шартларини топиш масаласи эквивалентлик масаласи* дейилади.

Юқорида қўйилган масаланинг дифференциал инвариантлар назарияси усуллари ёрдамида ечиш методлари [1], [2] монографияларда кўрсатиб ўтилган ва чизиқли, махсус чизиқли, ортогонал, симплектик ва псевдоортогонал группалар учун ижобий ечимлари топилган. Жумаладан, $G = O(2,1)$ бўлса, $\vec{x}(t)$ ва $\vec{y}(t)$ $I-$ йўлларнинг $G -$эквивалентлик масаласини ечими сифатида қуйидаги теоремани келтириб ўтамиз.

1-теорема. $G = O(2,)$ *бўлсин. У ҳолда,* $\vec{x}(t)$ *ва* $\vec{y}(t)$ $I-$ *йўлларнинг* $G-$ *эквивалент бўлиши учун қуйидаги*

$$\left\langle \vec{x}^{(i-1)}, \vec{x}^{(i-1)} \right\rangle = \left\langle \vec{y}^{(i-1)}, \vec{y}^{(i-1)} \right\rangle$$

шартни бажарилиши зарур ва етарли, бу ерда $i = \overline{1,3}$, $\vec{x}^{(i-1)} - \vec{x}(t)$ *вектор функциядан* t *бўйича олинган* $i-1$ *тартибли ҳосила,* $\left\langle \vec{x}^{(i-1)}, \vec{x}^{(i-1)} \right\rangle$ *эса*

$$\left\langle \vec{x}^{(i-1)}, \vec{x}^{(i-1)} \right\rangle = x_1^{(i-1)}x_1^{(i-1)} + x_2^{(i-1)}x_2^{(i-1)} - x_3^{(i-1)}x_3^{(i-1)}$$

кўринишидаги бичизиқли формани ифодалайди.

1-теорема Қ.Қ.Мўминов, И.В.Чилин ишларида умумий холда исботланган [1].

Ушбу мақолада псевдоортогонал группанинг $O(2,1)$ қисм группаси таъсирига нисбатан эквивалентлик масаласининг ечими проектив текисликда берилган йўлларнинг гиперболик ҳаракатлар группаси таъсирига нисбатан эквивалентлиги масаласини ечишга тадбиқ қилинган.

Евклид текислигида берилган (x,y) координатали M нуқтани шу текисликнинг (x',y') координатали M' нуқтасига ўзаро бир қийматли акслантирувчи алмаштириш қуйидаги кўринишда берилган бўлсин:

$$\varphi:\begin{cases} x'=\dfrac{a_{11}x+a_{12}y+a_{13}}{a_{31}x+a_{32}y+a_{33}} \\ y'=\dfrac{a_{21}x+a_{21}y+a_{23}}{a_{31}x+a_{32}y+a_{33}} \end{cases} \qquad (1)$$

бу ерда $a_{ij}\in R,\ i,j=\overline{1,3}$ бўлиб, улар учун $det\left(a_{ij}\right)_{i,j=1}^{3}\neq 0$ шарт ўринли. Барча (1) кўринишидаги алмаштиришлар тўпламини Φ билан белгилаймиз. Текшириб кўриш мумкинки, Φ тўплам алмаштиришлар композицияси амалига нисбатан группа ҳосил қилади.

Маълумки, аффин текислигида берилган ихтиёрий $M(x,y)$ нуқтага $x=\dfrac{x_1}{x_3},y=\dfrac{x_2}{x_3}$ шартларни қаноатлантирувчи (x_1,x_2,x_3) сонлар учлигини мос қўйиш мумкин, бу ерда $x_3\neq 0$. Бундай сонлар учлиги M нуқтанинг *бир жинсли координаталари* дейилади. Агар $x_3\neq 0$ бўлса, аффин текислигининг ихтиёрий M нуқтаси учун (x_1,x_2,x_3) бир жинсли координаталар мавжуд, лекин аффин текислигида $(x_1,x_2,0)$ бир жинсли координаталарга мос нуқта мавжуд эмас. Одатда $(x_1,x_2,0)$ координатали нуқталар *хосмас нуқталар* дейилади. Ҳар бир нуқтаси хосмас нуқтадан иборат тўғри чизиқ *хосмас тўғри чизиқ* дейилади. Хосмас нуқта ва хосмас тўғри чизиқлар билан тўлдирилган афин текислиги *проектив текислик* дейилади [3].

Энди (5) алмаштиришни бир жинсли координаталар ситемасидаги ифодасини аниқлаймиз. Бунинг учун $x'=\dfrac{x_1'}{x_3'},\ y'=\dfrac{x_2'}{x_3'},\ \ x=\dfrac{x_1}{x_3},\ y=\dfrac{x_2}{x_3}$ тенгликлардан фойдаланамиз, бу ерда $(x_3\neq 0)$. Натижада,

$$x_j'=\lambda\sum_{i=1}^{3}a_{ij}x_i,\ \left(j=\overline{1,3},\ \left|a_{ij}\right|\neq 0\right) \qquad (2)$$

ифодага эга бўламиз, бу ерда $\lambda\neq 0-const$. Шуни айтишимиз мумкинки, (1) ва (2) формулалар кўриниши турлича бўлсада, геометрик жихатдан бир хил алмаштиришларни ифодалайди. Шу сабабдан қуйида фақат (2) формуладан фойдаланишимиз етарли.

P ва P′ икки проектив текисликлар берилган бўлсин. P текисликнинг нуқталарини фақат P′ нуқталарига аксалантирувчи мослик *коллинеация* дейилади ва $F:x\to x'$ кўринишида белгиланади [4].

Агар f проектив алмаштириш P проектив текислик нуқталарини шу текисликни тўғри чизиқларига ўтказса *корреляция* дейилади. f корреляция учун $f^2=\varepsilon$ шарт ўринли бўлса, *поляр корреляция* дейилади, бу ерда $\varepsilon-$айний проектив алмаштириш. Одатда, x нуқтани поляр корреляцияга нисбатан образини ифодаловчи $\xi(x)$ тўғри чизиқ x нуқтани *поляри*, x нуқта эса $\xi(x)$ тўғри чизиқни *полюси* дейилади. Шунингдек, f корреляция $\xi_i = \sum_{j=1}^{3} a_{ij} x_j \ \left(i = \overline{1,3}\right)$ формула орқали берилган бўлиб, $a_{ij} = a_{ji}$ шартни қаноатлантирса ва фақат шу ҳолда f корреляция поляр корреляцияни ифодалайди [4].

Агар x нуқта y нуқтанинг полярини ифодаловчи тўғри чизиқда ётса, улар *қўшма* дейилади ва $\sum_{j=1}^{3} a_{ij} x_i y_j = 0$ шартни қаноатлантиради. Бу формуладан келиб чиқадики, агар x нуқта ўз-ўзига (ўзаро) қўшма бўлса,

$$\sum_{j=1}^{3} a_{ij} x_i x_j = 0 \tag{3}$$

тенглик ўринли бўлади. (3) квадрат тенгламани қаноатлантирувчи ўзаро қўшма нуқталарнинг геометрик ўрни *конус кесимларини* ҳосил қилади.

Агар $\sum_{j=1}^{3} a_{ij} x_i x_j, \left(a_{ij} = a_{ji}\right)$ квадратик форма хосмас $\left(\left|a_{ij}\right| \neq 0\right)$ бўлса, шундай $x_j = \sum_{k=1}^{3} c_{jk} y_k, \left(\left|c_{jk}\right| \neq 0\right)$ алмаштириш топиш мумкинки, уни ёрдамида квадратик формани $\sum_{i=1}^{3} b_i y_i^2 \quad \left(b_i \neq 0\right)$ кўринишида ёзиш мумкин. Бу ҳолда, b_i коэффициентлардан иккитаси мусбат, биттаси манфий бўлса, бундай поляр корреляция *гиперболик* дейилади [4].

Қуйида P проектив текисликнинг гиперболик поляр корреляцияларини γ орқали белгилаймиз.

2-теорема ([4] 13.3-теорема). *Агар P проектив текисликнинг C конус кесимлари γ гиперболик поляр корреляция билан аниқланса, P текисликни ўзини ўзига акслантирувчи F коллинеация C чизиқни ўзини ўзига акслантириши учун F ва γ ўрин алмашинувчи, яъни $F\gamma = \gamma F$ бўлиши зарур ва етарли.*

Маълумки, P текисликни ўзини ўзига акслантирувчи F коллинеациялар фиксирланган γ поляр корреляция билан ўрин алмашинувчи бўлса, барча P текисликни ўзини ўзига акслантирувчи коллинеацияларнинг Г группасига қисм группа бўлади ва бундай қисм группа Γ_γ кўринишида белгиланади [4].

Қуйида юқоридаги таъриф ва теоремалардан фойдаланиб P проектив текисликни гиперболик ҳаракатлари группасини ўрганамиз.

Маълумки, P текисликда ички Е эллипс соҳани ўзини-ўзига акслантирувчи проектив алмаштириш *гиперболик ҳаракат* дейилади [4].

Проектив текисликдаги хар қандай ҳаракатлар тўплами группа бўлишини эътиборга олиб ([4], 22.2-теорема), гиперболик ҳаракатлар группасини Γ' орқали белгилаймиз. Юқоридаги таърифга асосан Γ' группа Е соҳани ўзини-ўзига аклантирувчи коллинеациялардан тузилади. Е соҳа сифатида $x^2 + y^2 = 1$ бирлик айланани оламиз. Е айлана бир жинсли координаталар системасида $x_1^2 + x_2^2 - x_3^2 = 0$ кўринишга эга бўлади. Бу тенглама орқали γ_h гиперболик поляр корреляцияни аниқлаймиз:

$$x_1^2+x_2^2-x_3^2=\sum_{k=1}^{3}a_{ik}x_ix_k=a_{11}x_1^2+a_{22}x_2^2+a_{33}x_3^2+2a_{12}x_1x_2+2a_{13}x_1x_3+2a_{23}x_2x_3$$ Бу тенгликдан $a_{11}=a_{22}=1,\ a_{33}=-1,\ a_{12}=a_{13}=a_{21}=a_{13}=0$ қийматларга эга бўламиз. У ҳолда γ_h гиперболик поляр корреляция

$$\gamma_h:\ \xi_1=x_1,\ \xi_2=x_2,\ \ \xi_3=-x_3 \tag{4}$$

кўринишида бўлади. 2-теоремага асосан Γ' группа $F\gamma_h=\gamma_h F$ шартни қаноатлантирувчи барча F коллинеациялардан тузилади ва Γ' группа $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ группа билан мос тушиши келиб чиқади. Қуйида $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ группа элементларининг кўринишини топиш билан шуғулланамиз. Тескариланувчи коллинеациялар умумий ҳолда $F:x_i^{'}=\sum_{j=1}^{3}a_{ij}x_j$, тангенциал координаталарда эса $F^{-1}:\xi_i=\sum_{j=1}^{3}a_{ji}\xi_j'$ кўринишга эга бўлади, бу ерда $\left|a_{ij}\right|\neq 0, i=1,2,3$. $F\gamma_h=\gamma_h F$ тенгликдан $\gamma_h=F^{-1}\gamma_h F$ келиб чиқади. Дастлаб $F^{-1}\gamma_h$ кўпайтманинг кўринишини аниқлаймиз. F^{-1} ва γ_h алмаштиришларни кўринишига асосан $F^{-1}\gamma_h$ корреляция

$$\xi_i=a_{1i}x_1^{'}+a_{2i}x_2^{'}-a_{3i}x_3^{'},\ i=1,2,3$$

тенглама билан аниқланади. Бу тенгликдан $F^{-1}\gamma_h F$ қуйидаги

$$\xi_i=a_{1i}\left(\sum_{j=1}^{3}a_{1j}x_j\right)+a_{2i}\left(\sum_{j=1}^{3}a_{2j}x_j\right)-a_{3i}\left(\sum_{j=1}^{3}a_{3j}x_j\right) \tag{5}$$

кўринишга эга эканлиги келиб чиқади. У ҳолда, $\xi_1=x_1,\ \xi_2=x_2,\ \ \xi_3=-x_3$ тенгликларни эътиборга олиб қуйидаги шартларга эга бўламиз:

$$\begin{gathered} a_{11}^2+a_{21}^2-a_{31}^2=1,\ a_{12}^2+a_{22}^2-a_{32}^2=1,\ \ a_{13}^2+a_{23}^2-a_{33}^2=-1 \\ a_{1i}a_{1j}+a_{2i}a_{2j}-a_{3i}a_{3j}=0,\quad i,j=\overline{1,3},\ \ i\neq j \end{gathered} \tag{6}$$

1-лемма. *P проектив текисликнинг* $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ *гиперболик ҳаракатлари группаси* (6) *шартларни қаноатлантирувчи*

$$F:x'_i=\sum_{j=1}^{3}a_{ij}x_j,\ \ \left|a_{ij}\right|\neq 0, i=1,2,3 \tag{7}$$

алмаштиришлар билан ўзаро бир қийматли ифодаланади ва $O(2,1)$ *группага изоморф бўлади.*

Исбот. Лемманинг биринчи қисми юқоридаги хисоблашлардан келиб чиқади. Иккинчи қисмини эса қуйидагича исботлаймиз. $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ группанинг хар бир элементи (6) шартни қаноатлантирувчи (7) кўринишидаги алмаштиришлар кўринишида бўлсин. У ҳолда, (6) шарт (7) алмаштиришни коэффициентларидан тузилган $A=\left(a_{ij}\right)_{i,j=1}^{3}$ матрица учун қўйилган

$$A^T\boldsymbol{J}A=A\boldsymbol{J}A^T=\boldsymbol{J}$$

шартга эквивалент бўлади, бу ерда $J=\left(a_{ij}\right)_{i,j=1}^{3}$, $a_{ii}=1, i=\overline{1,2}$; $a_{33}=-1$; $a_{ij}=0, i\neq j$. Демак, $\tau:\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}\to O(2,1)$ акслантиришни $\tau(F)=A$ кўринишида аниқлашимиз мумкин. Қуйида, $\tau(F)=A$ акслантириш учун изоморфизм шартларини текширамиз:

1) $\forall F_1,F_2\in\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ *учун* $F_1\neq F_2\Rightarrow A_1\neq A_2\Rightarrow\tau(F_1)\neq\tau(F_2)$;

2) $\tau(F_1\circ F_2)=A_1A_2=\tau(F_1)\tau(F_2)$;

3) $\tau(e\circ F)=\tau(F)\Rightarrow\tau(e)A=A\Rightarrow\tau(e)=E$, бу ерда $E\in O(2,1)$;

4) $\tau\left(F^{-1}\circ F\right)=\tau(e)\Rightarrow\tau\left(F^{-1}\right)A=E\Rightarrow\tau\left(F^{-1}\right)=A^{-1}\Rightarrow\tau\left(F^{-1}\right)\tau^{-1}(F)$;

5) $H-\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ *группанинг нормал бўлувчиси ва* $A\in O(2,1)$ *бўлсин. У ҳолда,* $\tau(H)A=\tau(H\circ F)=\tau(F\circ H)=A\tau(H)$ *тенглик ўринли;*

6) $\boldsymbol{\Gamma}'_{\gamma_h}\subset\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ *ва* $\tau\left(\boldsymbol{\Gamma}'_{\gamma_h}\right)=\{E\}$ *бўлсин. У ҳолда,* $\forall\boldsymbol{F}\in\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ ва $\forall F'\in\boldsymbol{\Gamma}'_{\gamma_h}$ учун, $\tau(F')=AE=EA=\tau(F')\tau(F)=\tau(F\circ F')$ тенглик ўринли. Яъни, $ker(\tau)=\boldsymbol{\Gamma}'_{\gamma_h}$ тўплам $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ группанинг нормал бўлувчисини ифодалайди. Бу тенгликлардан $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}\cong O(2,1)$ келиб чиқади.

Ушбу леммадан қуйидаги натижага эга бўламиз.

2-натижа. *Φ группа коэффициентлари учун (6) шарт ўринли бўлса ва фақат шу холда, $\Phi\cong O(2,1)$ бўлади.*

Маълумки, (7) алмаштириш коэффициентлари учун (6) шарт ўринли бўлса, $\Omega_{-1}(x,y)=x_1y_1+x_2y_2-x_3y_3$ форма инвариант бўлади [4]. Ушбу факт ва 1-теоремадан фойдаланиб, бир жинсли координталарда берилган икки $x(t)=\left(x_1(t),x_2(t),x_3(t)\right)$ ва $y(t)=\left(y_1(t),y_2(t),y_3(t)\right)$ кучли регуляр йўлларни $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ гиперболик ҳаракатлар группаси таъсирига нисбатан эквивалент бўлишини зарурий ва етарли шартларини келтириб ўтамиз, бу ерда $x_i(t),y_i(t)$, $(i=\overline{1,3})$ функциялар $t\in I$ оралиқда чексиз марта узлуксиз дифференциалланувчи функциялар, $x_3(t)$ ва $y_3(t)$ функциялар $t\in I$ нинг ҳеч қайси қийматида нолга тенг эмас.

3-натижа. *Агар қуйидаги шартлар бажарилса, P текисликда берилган икки $x(t)$ ва $y(t)$ йўллар $\boldsymbol{\Gamma}_{\gamma_h}$ группа таъсирига нисбатан эквивалент бўлиши учун*

(*i'*). $\Omega_{-1}(x,x)=\Omega_{-1}(y,y)$;

(*ii'*). $\Omega_{-1}(dx,dx)=\Omega_{-1}(dy,dy)$;

(*iii'*). $\Omega_{-1}\left(d^2x,d^2x\right)=\Omega_{-1}\left(d^2y,d^2y\right)$

шартларни бажарилиши зарур ва етарли, бу ерда d ва d^2 мос холда биринчи ва иккинчи тартибли дифференциалларни ифодалайди.

Адабиётлар рўйхати

1. Муминов.К.К,Чилин.И.В. *Эквивалентность кривых в конечномерных пространствах*, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015.
2. Хаджиев Дж. *Приложение теории инвариантов к дифференциальной геометрии кривых*, Ташкент. ФАН, 1988.
3. Александров П.С. *Курс аналитической геометрии и линейной алгебры* — М.: Наука, 1979. — 512 с.
4. Г. Буземан, П. Келли. *Проективная геометрия и проектиные метрики*-ИЗДАТЕЛЬСТВО ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, Москва-1957.

MULLER'S METHOD FOR SOLVING NONLINEAR FUNCTIONAL EQUATIONS WITH COMPLEX VARIABLES

Salimov Shoolim[1], Mavlanov Tulkin[2]
[1] Military technical institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan, researcher (PhD)
[2] Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Doctor of Technical Sciences, professor
tel:+998935807575 e-mail: salimovshoolim@yahoo.com

Annotation. *The study and prediction of the deformation properties of the materials studied in the work is possible on the basis of mathematical modeling of deformation and relaxation processes. In this article, we give an algorithm for solving a nonlinear functional equation with complex variables resulting from mathematical modeling of problems concerning the properties of a deformable solid.*

Keywords: *research, deformation, coefficient, dynamic problems, differential equations, algorithm, method, solutions, shell, oscillation, construction.*

KOMPLEKS O'ZGARUVCHILI NOCHIZIQLI FUNKSIONAL TENGLAMALARNI YECHISHNING MYULLER USULI

Salimov Shoolim Muzaffarovich[1], Mavlanov To'lqin[2]
[1] O'zbekiston Respublikasi Milliy gvardiyasi Harbiy – texnik instituti, mustaqil izlanuvchi (PhD)
[2] Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, texnika fanlari doktori, professor
tel:+998935807575 e-mail: salimovshoolim@yahoo.com

Annotatsiya. *Qaralayotgan materiallarning deformatsion xossalarini tadqiqot va bashorat qilish, deformatsiya va relaksatsiya jarayonlarni matematik modellashtirish orqali amalga oshiriladi. Ushbu maqolada biz deformatsiyaluvchi qattiq jismlarni xossalarini oid masalalar matematik modellashtirish jaroyonida uchraydigan kompleks o'zgaruvchili nochiziqli funksional tenglamalarni yechishning Myuller usuli qo'llab algoritmi keltirilgan.*

Kalit so'zlar: *tadqiqot, deformatsiya, koeffitsient, dinamik masalalar, differensial tenglama, algoritm, usul, yechim, qobiq, tebranish, konstruksiya.*

МУНДАРИЖА

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИ
01.00.00 ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ
PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

КИМЁ ФАНЛАРИ
02.00.00 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ
CHEMICAL SCIENCES

БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ
03.00.00 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
BIOLOGICAL SCIENCES