



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ



ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ  
В.И.РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ

# ГЛОБАЛЛАШУВ ДАВРИДА МАТЕМАТИКА ВА АМАЛИЙ МАТЕМАТИКАНИНГ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ

Республика илмий анжумани  
МАТЕРИАЛЛАРИ ТЎПЛАМИ

1-2 июнь 2021 йил

# I

Тошкент 2021

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ  
В.И.РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ**

**ГЛОБАЛЛАШУВ ДАВРИДА МАТЕМАТИКА ВА  
АМАЛИЙ МАТЕМАТИКАНИНГ ДОЛЗАРБ  
МАСАЛАЛАРИ**

**Республика илмий анжумани  
МАТЕРИАЛЛАРИ ТЎПЛАМИ**

**1-2 июнь 2021 йил**

**I**

**Тошкент 2021**

**Глобаллашув даврида математика ва амалий математиканинг долзарб масалалари.// Республика илмий анжуман материаллари тўплами.- Тошкент. ТДТУ, 2021.- 470 б.**

“Глобаллашув даврида математика ва амалий математиканинг долзарб масалалари” мавзусидаги республика илмий анжумани материаллари қуйидаги йўналишларидан иборат:

- алгебра ва анализ;
- дифференциал тенгламалар ва динамик системалар;
- техник ва технологик жараёнларни математик моделлаштириш;
- ишлаб чиқариш-техника соҳаси таълим йўналишларида математикани ўқитишнинг муаммолари.

Ушбу республика илмий анжумани Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 2 мартдаги №78–Ф сонли Фармойишига асосан ташкил қилинган.

Илмий анжуман математика, амалий математика фанлари ва математика фанини ўқитиш методикаси соҳалари мутахассислари олий таълим муассасалари профессор-ўқитувчилари, докторантлар, магистрантлар учун мулжалланган.

Тўпلامдаги материалларнинг мазмуни, илмийлиги ва далилларнинг асослилиги учун муаллифлар маъсулдир.

**Тахрир ҳайъати:**

доц. Пирматов Ш.Т., доц. Юсупов А., доц. Абдукаримов А., доц. Садриддинова З.И., доц. Шамсиев Р.Н., Шамсиев Д.Н., доц. Арзикулов Ғ.П., доц. Рахмонов Ў.С., доц. Мустапокулов Х.Я.

**Такризчилар:**

проф. Ш. Қосимов, проф. Исломов Б., проф. Ахмедов А.Б., проф. Ботиров Ғ.И., проф. Худайбергенов К.К., проф. Рахматуллаев М., доц. Пирматов Ш.Т., доц. Юсупов А.И., доц. Абдукаримов А., доц. Қаямов Ш., доц. Файзиев Ю., доц. Буваев Қ.Т., доц. Кучқоров Э., доц. Аликулов Т.Н.

**Чоп этишга масъуллар:**

Эсанов Э.А., Қуромбоев Х.Н.

## АНЖУМАН ТАШКИЛИЙ ҚЎМИТАСИ

**Ташкилий қўмита раиси:** ТДТУ ректори проф. Турабджанов С.М.

**Ташкилий қўмита ҳам раиси:** Математика институти директори, проф. Аюпов Ш.А.

**Ташкилий қўмита раисининг ўринбосари:**

ТДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректор проф. Нематов Ш.Қ.

Математика институти директор ўринбосари, ф.-м.ф.д., Ботиров Ғ.И.

ТДТУ Машинасозлик факультети декани, проф. Сафаров Ж.Э.

**Ташкилий қўмита илмий котиби:**

ТДТУ Олий математика кафедраси мудири, доц. Пирматов Ш.Т.

### Аъзолари:

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Каримов К.А.      | - ТДТУ т.ф.д., профессор    |
| Абдазимов А.Д.    | - ТДТУ т.ф.д., профессор    |
| Сагатов А.В.      | - ТДТУ т.ф.д., профессор    |
| Рисбаев А.С.      | - ТДТУ ф.-м.ф.д., профессор |
| Юсупов А.И.       | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Абдукаримов А.    | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Юлдашев А         | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Қаюмов Ш          | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Садритдинова З.И. | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Таджибоев Б.Р.    | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Эсонов Э.Э.       | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Шамсиев Р.Н.      | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Расулов С.И.      | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Шамсиев Д.Н.      | - ТДТУ ф.-м.ф.н., доцент    |
| Арзикулов Ғ.П.    | - ТДТУ PhD, доцент          |
| Халматов Р.Р.     | - ТДТУ катта ўқитувчи       |

### ДАСТУРИЙ ҚЎМИТА

#### Раис:

|            |                                                   |
|------------|---------------------------------------------------|
| Аюпов Ш.А. | - ЎзР ФА Математика институти директори, академик |
|------------|---------------------------------------------------|

#### Аъзолари:

|                    |                                                                                                                                   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Алимов Ш.А.        | - ЎзР ФА академиги, профессор                                                                                                     |
| Садуллаев А.       | - ЎзР ФА академиги, профессор                                                                                                     |
| Игамбердиев Х.З.   | - ЎзР ФА академиги, профессор                                                                                                     |
| Ашуров Р.Р.        | - ЎзР ФА Математика институти, профессор                                                                                          |
| Розиқов У.А.       | - ЎзР ФА Математика институти директор ўринбосари, профессор                                                                      |
| Жабборов Н.М.      | - Белоруссия-Ўзбекистон қўшма институти ижрочи директори, профессор                                                               |
| Тожиев М.Т.        | - ОЎМТВ хузуридаги Олий таълимни ривожлантириш тадқиқотлари ва илғор технологияларни татбиқ этиш маркази бўлим бошлиғи, профессор |
| Хасов А.Р.         | - ЎзР ФА Математика институти, профессор                                                                                          |
| Жамилов У.У.       | - ЎзР ФА Математика институти, профессор                                                                                          |
| Орипов М.М.        | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                                                                                       |
| Холмухаммедов О.Р. | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                                                                                       |
| Омиров Б.А.        | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                                                                                       |
| Ахмедов А.Б.       | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                                                                                       |

|                   |                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Худойназаров Х.Х. | - Самарқанда давлат университети, профессор                |
| Хужаёров Б.Х.     | - Самарқанда давлат университети, профессор                |
| Қосимов Ш.Г.      | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Зикиров О.С.      | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Худаяров Б.А.     | - ТИҚХММИ ўқув ишлари бўйича проректори, профессор         |
| Тухтасинов М.     | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Исломов Б.И.      | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Кадиркулов Б.     | - Тошкент давлат шарқшунослик университети, профессор      |
| Маматов М.Ш.      | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Эшқобилов Ю.Х.    | - Қарши давлат университети, профессор                     |
| Худойбердиев А.Х. | - Ўзбекистон Миллий университети, профессор                |
| Зоидов А.А.       | - Тошкент архитектура қурилиш институти, профессор         |
| Маматов А.З.      | - Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, профессор |

### **КОТИБИЯТ**

|                   |               |                |
|-------------------|---------------|----------------|
| Мустапоқулов Х.Я. | Рахмонов Ў.С. | Бекчанов Ш.Э.  |
| Холходжаев Б.А.   | Мардонов А.П. | Қуромбоев Х.Н. |
| Куралов Б.А.      | Эсанов Э.А.   | Қурбонов А.А.  |

### **КОНФЕРЕНЦИЯ ТАШКИЛОТЧИЛАРИ**

Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети  
В.И.Романовский номидаги Математика институти

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Ismoilov X.F., Kasimova F., Abdukarimov N.</b> Deformatsiyalanuvchi muhitdagi elastik konussimon qobiqning buralma tebranishlari.....                                                 | 428 |
| <b>Kurbanov A. A.</b> Graf ustida ko'p quvuvchilar ishtirokida differensial o'yin.....                                                                                                   | 431 |
| <b>Mamadiyeva G. B., Davlatov J. E.</b> Keynsning dinamik modeli.....                                                                                                                    | 436 |
| <b>Muminov M.I., Radjabov T.A.</b> Bo'lakli doimiy argumentli differensial tenglamaning davriy yechimlari.....                                                                           | 437 |
| <b>Homidov F.F.</b> Koshi masalasi yechimini regularlashtirish.....                                                                                                                      | 441 |
| <b>Radjabov T.A., Egamberdiyev T.X.</b> Matrisali o'yinni chiziqli dasturlash yordamida yechishning dasturiy ta'minotini ishlab chiqish.....                                             | 444 |
| <b>Safarov U. A.</b> Bounded geometry for $p$ -homeomorphisms on the circle with critical point.....                                                                                     | 447 |
| <b>Samatov B. T., Xorilov M. A., Akbarov A.X.</b> Boshqaruvlari gronuoli chegaralanishga ega differensial o'yinda qochish masalasi.....                                                  | 450 |
| <b>Samatov B. T., Soyibboyev O'. B., Jo'rayev B. I.</b> Boshqaruvlari aralash chegaralanishli sodda differensial o'yinda tutish masalasi.....                                            | 452 |
| <b>Sattarov I. A., Abdukaxorova Z. T.</b> Dynamical system of the $p$ -adic $(0,2)$ -rational functions with three fixed points.....                                                     | 454 |
| <b>Seytov Sh. J., Eshniyozov A.I., Khidirova Sh.B.</b> Chaos by three dimensional quadratic mappings.....                                                                                | 456 |
| <b>Subhonova Z.A., Rahmonov A.A.</b> Diffuziya-to'lqin tenglamasi uchun koeffitsiyentini aniqlash masalasi.....                                                                          | 460 |
| <b>Tursunaliyev T. G', Madaminjonov M. D., Shodmonaliyeva G.H.</b> Koordinatalari bo'yicha so'navchi geometrik chegaralanishli boshqariladigan obyektning yetishish sohasi masalasi..... | 463 |
| <b>Turg'unboyeva M. A., Bozarova D. S., Zohidova Z.S.</b> Obyekt boshqaruvining koordinatalari o'zaro bog'liqsiz bo'lganda optimal o'tish masalasi.....                                  | 465 |
| <b>Xolboyev N. A., Buvaev Q. T.</b> Elliptik differensial operatoriga mos spektral yoyilmalarning umumlashgan lokalizatsiyasi.....                                                       | 470 |

## References

1. Ganikhodzhaev R. N., Seytov Sh. J. *Multi-dimensional case of the problem of Von Neumann-Ulam*. Annual Review of Chaos Theory, Bifurcations and Dynamical Systems 9 (2020), pp. 27-42.
2. Ganikhodzhaev R. N. *Quadratic stochastic operators, Lyapunov functions and tournaments*. Mathematical Manual 183 N 8 (1992), pp. 119-140.
3. Devaney, R. L.: *A first course of chaotic dynamical systems*, Addison-Wesley, Boston, 1992.
4. Li, T., and Yorke, J. *Period Three imply Chaos*. American Mathematical Monthly 82 (1975), pp. 985-992.
5. Sharkovsky A. N. *Coexistence of Cycles of a Continuous Map of a Line into itself*. Ukrain J. Math. 16 (1964), pp. 61-71.

## DIFFUZIYA-TO'LQIN TENGLAMASI UCHUN KOEFFISIYENTINI ANIQLASH MASALASI

**Subhonova Z.A., Rahmonov A.A.**

Buxoro davlat universiteti

**To'g'ri va teskari masalaning qo'yilishi.** Diffuzion - to'lqinli tenglama – bu amorf kolloid, shishasimon va g'ovakli materiallardan tortib fraktallar, perkolatsiya klasterlari, tasodifiy va tartibsiz muhitlar, taroqli inshootlar, dielektriklar, yarim o'tkazgichlar, polimerlar va biologik tizimlargacha bo'lgan muhim fizik hodisalarning matematik modeli. Hozirda diffuzion - to'lqinli tenglama yechimlarini muntazam ravishda namoyish etishga bag'ishlangan nashr risolasi mavjud emas. Ushbu ishda vaqt o'zgaruvchan ko'effisienti bilan kasrli differensial tenglamani ko'rib chiqamiz.

Kasr diffuziya tenglamasi

$$(D_t^\alpha u)(x, t) - u_{xx}(x, t) + q(t)u(x, t) = f(x, t), \quad t > 0, x \in R, \quad (1)$$

berilgan bo'lsin. Bu yerda  $1 < \alpha < 2$ ,  $D_t^\alpha$  – Gerasimov-Kaputo kasr differensial operatori, ya'ni

$$(D_t^\alpha u)(x, t) := \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \int_0^t \frac{u_{\tau\tau}(x, \tau)}{(t-\tau)^{\alpha-1}} d\tau,$$

ko'rinishda aniqlangan.

Koshi masalasi uchun boshlang'ich shartlar:

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad u_t(x, 0) = \psi(x), \quad x \in R. \quad (2)$$

Ishning asosiy maqsadi  $q(t)$  ko'effisientini aniqlashda iborat. [1] ishda Rayt funksiyasidan foydalanib (1) – (2) masalaning (va uning kasr hosilasining boshqa

tushunchalari uchun analoglari) fundamental yechimi batafsil o'rganib chiqilgan. Faraz qilaylik  $Z_1, Z_2$  va  $Y$  funksiyalar (1) – (2) masalaning fundamental yechimlari bo'lsin. U holda Koshi masalasining yechimi quyidagi integral tenglama bilan ifodalanadi:

$$u(x, t) = \int_R Z_1(x - \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_R Z_2(x - \xi, t) \psi(\xi) d\xi + \int_0^t d\tau \int_R Y(x - \xi, t - \tau) (f(\tau, \xi) - q(\tau) u(\xi, \tau)) d\xi, \quad (3)$$

bunda

$$Z_1(x, t) = \frac{1}{2} t^{-\frac{\alpha}{2}} \phi\left(-\frac{\alpha}{2}, 1 - \frac{\alpha}{2}; -xt^{-\frac{\alpha}{2}}\right);$$

$$Z_2(x, t) = \frac{1}{2} t^{1-\frac{\alpha}{2}} \phi\left(-\frac{\alpha}{2}, 2 - \frac{\alpha}{2}; -xt^{-\frac{\alpha}{2}}\right);$$

$$Y(x, t) = \frac{1}{2} t^{\frac{\alpha}{2}-1} \phi\left(-\frac{\alpha}{2}, \frac{\alpha}{2}; -xt^{-\frac{\alpha}{2}}\right),$$

bu yerda  $\phi$  – Rayt funksiyasi bo'lib u quyidagicha aniqlanadi:

$$\phi(-\alpha, \delta; z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{n! \Gamma(\delta - \alpha n)}, \quad \alpha < 1, \quad z \in \mathbb{C}$$

$\Gamma(\bullet)$  – Eylerning gamma funksiyasi.

Teskari masala to'g'ri masala yechimi haqida

$$u(0, t) = g(t), \quad t > 0 \quad (4)$$

qo'shimcha ma'lumot bo'yicha  $q(t)$ ,  $t > 0$  uzluksiz funksiyani aniqlashdan iborat, bu yerda  $g(t)$  berilgan funksiya.

$u(x, t)$  (1), (2) Koshi masalasining klassik yechimi bo'lsin va  $f, \varphi, \psi, g$  lar yetarlicha silliq funksiyalar bo'lsin. (1) - (4) teskari masalaga ekvivalent bo'lgan yangi asala olamiz. Buning uchun  $u(x, t)$  ning  $x$  o'zgaruvchi bo'yicha ikkinchi tartibli hosilasini  $v(x, t)$  orqali belgilaymiz, ya'ni  $v(x, t) := u_{xx}(x, t)$ . U holda (1) - (4) masala

$$(D_t^\alpha v)(x, t) - v_{xx}(x, t) + q(t) v(x, t) = f_{xx}(x, t), \quad t > 0, x \in R, \quad (5)$$

ko'rinishni oladi.

$$v(x, 0) = \varphi''(x), \quad v_t(x, 0) = \psi''(x), \quad x \in R. \quad (6)$$

$v(x, t)$  funksiyaga qo'shimcha shart olishda (1) tenglamaga  $x = 0$  qo'yib (2) - (4) shartlardan

$$v(0, t) = (D_t^\alpha g)(t) + q(t)g(t) - f(0, t). \quad (7)$$

ekanligini ko'rish mumkin.

$f(0) = g(0)$  shart bajarilganda (5) – (7) tenglamalardan (1) - (4) masala oson olinadi.

Berilgan  $q(t), f(x, t), \varphi(x), \psi(x)$  funksiyalar va  $\alpha \in (1, 2)$  son uchun (5) va (7) Koshi masalalari yechimini aniqlash to'g'ri masala deb yuritiladi.

$\Omega_T := \{(x, t) : x \in \mathbb{R}, 0 \leq t \leq T\}$  bilan qalinligi  $T$  bo'lgan yo'lakni belgilaymiz, bu yerda  $T > 0$  ixtiyoriy tayinlangan son.

$m$  tartibgacha hosilalar bilan birga  $\mathbb{R}$  da chegaralangan funksiyalar sinfini  $C_b^m(\mathbb{R})$  orqali belgilaymiz.

$m = 0$  bo'lganda  $C_b^0(\mathbb{R}) =: C_b(\mathbb{R})$  va bu doimiy chegaralangan funksiyalar sinfi.

Ushbu ishda  $H^l(\mathbb{R})$  [2] bilan  $l \in (0, 1)$  ko'rsatkichli Gyolder funksiyalar sinfini belgilaymiz. (5) da

$$f_{xx}(x, t) - q(t)u(x, t) =: F(x, t)$$

belgilashni e'tiborga olib va (5) - (6) masala uchun (3) ni qo'llab

$$v(x, t) = v_0(x, t) - \int_0^t q(\tau) d\tau \int_{-\infty}^{\infty} Y(x - \xi, t - \tau) v(\xi, \tau) d\xi, \quad (8)$$

ga ega bo'lamiz, bu yerda

$$v_0(x, t) := \int_{-\infty}^{\infty} Z_1(x - \xi, t) \varphi''(\xi) d\xi + \int_{-\infty}^{\infty} Z_2(x - \xi, t) \psi''(\xi) d\xi + \\ + \int_0^t \int_{-\infty}^{\infty} Y(x - \xi, t - \tau) f_{\xi\xi}(\xi, \tau) d\xi d\tau.$$

**Ishning asosiy natijalari.** Quyidagi lemma o'rinli.

**Lemma.** Faraz qilaylik  $q(t) \in C[0, T]$ ,  $f(x, t) \in C(H^{2+\alpha}(\mathbb{R}), [0, T])$ ,  $\varphi(x) \in H^{\alpha+3}(\mathbb{R})$ ,  $\psi(x) \in H^{\alpha+2}(\mathbb{R})$  shartlar o'rinli bo'lsin. U holda (1.8) integral tenglamaning  $C^{2-\alpha, 2}(\Omega_T)$  sinfga qarashli yagona  $v(x, t)$  yechimi mavjud.

(8) tenglamada  $x = 0$  deb va (1.7) tenglikdan foydalanib  $q(t)$  ni topib olamiz

$$q(t) = \frac{1}{g(t)} \left[ f(0, t) - (D_t^\alpha g)(t) - v_0(0, t) \right] - \frac{1}{g(t)} \int_0^t q(\tau) d\tau \int_{-\infty}^{\infty} Y(\xi, t - \tau) v(\xi, \tau) d\xi.$$

Teskari masala yechimining lokal mavjudlik va yagonalik to'g'risidagi quyidagi teorema o'rinli.

**Teorema.**

*Aytaylik*

$f(x, t) \in C(H^l(R), [0, T]), \varphi(x) \in H^{l+1}(R), \psi(x) \in C_b(R), l \in (0, 1),$

$|g(t)| \geq g_0 > 0, \varphi(0) = g(0).$  U holda shunday  $T_0 \in (0, T)$  mavjudki (1.1)-(1.4) teskari masalaning yagona  $q(t) \in C[0, T_0]$  uzluksiz yechimi mavjud.

**Adabiyotlar**

1. A.V. Pskhu, The fundamental solution of a diffusion-wave equation of fractional order, Izvestiya: Math. 73 (2009), 351-392.
2. A. Ladyzhenskaya, V. A. Solonnikov, N. N. Ural'tseva, Linear and quasilinear equations of parabolic type, Moscow: Nauka, 1967; English translation: American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 1968.

**KOORDINATALARI BO'YICHA SO'NUVCHI GEOMETRIK  
CHEGARALANISHLI BOSHQARILADIGAN OBYEKTNING YETISHISH  
SOHASI MASALASI**

**Tursunaliyev T.G', Madaminjonov M. D., Shodmonaliyeva G.H.**  
Namangan davlat universiteti

$R^2$  fazoda harakatlanuvchi **P** obyekt berilgan bo'lib, uning harakat koordinatalarini  $x = (x_1, x_2)$  deb belgilaymiz. U holda obyektning koordinatalari bo'yicha harakat tenglamasi quyidagicha bo'lsin

$$\mathbf{P}: \begin{cases} \dot{x}_1 = u_1, & x_1(0) = x_{10}, \\ \dot{x}_2 = u_2, & x_2(0) = x_{20}, \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda  $u_1 - x_1$  koordinataning harakat tezligi,  $u_2 - x_2$  koordinataning harakat tezligi,  $x, y, u_1, u_2 \in R^2, n = 2$ ;  $x_1(0) = x_{10}, x_2(0) = x_{20}$  nuqtalar  $t = 0$  vaqtda obyektning koordinatalar bo'yicha boshlang'ich holatlari va bunda  $x_0 \neq y_0$  deb qaraymiz. **P** obyektning  $u = (u_1(t), u_2(t))$  boshqaruv parametri vaqt bo'yicha o'lchanuvchi funksiya sifatida tanlanadi va  $u(\cdot): [0, \infty) \rightarrow R^2$  akslantirishni bajaradi. Ushbu boshqaruv masalasida obyekt boshqaruvi koordinatalari mos ravishda quyidagi geometrik chegaralanishlarni ( $G$ -chegaralanish) qanoatlantirishi talab etiladi:

$$|u_1(t)| \leq \alpha e^{-kt}, \text{ deyarli barcha } t \geq 0, \quad (2)$$

$$|u_2(t)| \leq \beta e^{-kt}, \text{ deyarli barcha } t \geq 0, \quad (3)$$