DIFFERENSIAL TENGLAMALARNING HOZIRGI KUNDAGI DOLZARBLIGI

O'razaliyev Shirinboy Bo'ron o'g'li
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti,
Oliy matematika kafedrasi assistenti.
shirinboy.urazaliyev@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada chiziqli bo'lmagan tenglamalar, aralash maksimumli differensial tenglamalar sistemalarining bugungi kundgi dolzarbligi,uning qo'llanilishi haqida so'z boradi.

Kalit so'zlar: Differensial tenglama, chegaraviy shartlar, chegaralangan yopiq to'plam, inter jarayoni , segment, boshlang'ich shart.

Аннотация: В данной статье речь пойдет о нелинейных уравнениях, о современной актуальности систем дифференциальных уравнений со смешанными максимумами,о ее применении.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, граничные условия, ограниченное замкнутое множество, межпроцессный, сегмент, начальное условие.

Avtomatik boshqaruv nazariyasida, avtotebranish tizimlari nazariyasida, raketa divigatelidagi yonish bilan bog'liq muommolarni o'rganishda, bir qator iqtisodiy, ekologik va boshqa muommolarni o'rganishda og'uvchi argumentli differensial tenglamalar qo'llaniladi

Kechikuvchi argumentga ega bo'lgan differensial tenglamalar ko'rib chiqilayotgan fizik yoki texnik jarayonlarda moddiy nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch bu nuqtaning tezligi va joylashuvining nafaqat hozirgi holatiga bog'liq, balkim undan oldingi holatiga ham bog'liq.

So'ngi 25 yil ichida "og'uvchi" argumentli differensial tenglamalarning oddiy "t" argument bilan bir qatorda $\max\left\{x(\tau)\,|\,\tau\in\left[\delta_1(t);\delta_2(t)\right]\right\}$ konstruksiyali yangi maxsus sinifi paydo bo'ldi, bu yerda $\delta_i(t)$ og'uvchi argument, $i=1,2,...,$ $0<\delta_1(t)<\delta_2(t)<\infty$. Biz ularni maksimumli defferensial tenglamalar deb ataymiz. Shuni takidlash kerakki, maksimumli oddiy defferensial tengamalar birinchi marta tizimli XIX-asr oxiri va XX-asrda V. R. Petuxov , G. Sarafova , U. Xolbekov , D. D. Baynov va S. D. Milishev , V. I. Muntiyana va V. P. Shpakovich , H. D. Voilov va boshqa olimlarning maksimumli differensial tenglamalar nazariyasiga bag'ishlangan bir qator maqolalari mavjud.

Bu misollarni ko'rib chiqish orqali biz maksimumli differensial tenglamalarni

o‘ziga xos xususiyatlarini yarim o‘qlarda tasvirlaymiz.

Misol 1. Quyidagi tenglamani ko‘rib chiqaylik

$$x'(t) = 2\max\left\{x(\tau) \mid \tau \in \left[t;\sqrt{t}\right]\right\}, t \in [0;1] \qquad (1)$$

Tenglama uchun quyidagicha boshlang‘ich shart kiritaylik

$$x(0) = x^0 < 0 \qquad (2)$$

(2) shartga ko‘ra (1) tenglama yagona yechimga ega

$$x(t) = x^0 e^{2t}$$

va unga mos keladigan og‘uvchi argumentli differensial tenglama

$$x'(t) = 2x\left(\sqrt{t}\right), t \in [0;1]$$

Bilan (2) boshlang‘ich shartga ko‘ra (1) tenglama yechimi yo‘q (umumiy yechim $x(t) = ct^2, c - const$)

Misol 2. Maksimumli differensial tenglama

$$x'(t) + e^{-\frac{1}{2}t}\max\left\{x(r) \mid r \in \left[\frac{1}{2}t;t\right]\right\} = 0,\ t \geq 0$$

Nol chegara $\lim\{x(t) \mid t \to \infty\} = 0$ sharti ostida quyidagi yechimga ega.

$$x(t) = e^{-1}$$

va og‘uvchi argumentli differensial tenglama

$$x'(t) + e^{-\frac{1}{2}t}x(t) = 0,\ t \geq 0$$

Boshlang‘ich shart bo‘yicha yechimlari yo‘q (umumiy yechim shakliga ega)

$$x(t) = \exp\left\{-\exp\left(-\frac{1}{2}t\right)\right\}, \qquad c - const$$

Ushbu ikki misoldan defferensial tenglamada maksimum yechimlarning mavjudlilik shartlarining bajarilishini ko‘rishimiz mumkin .

Misol 3. Quyidagi maksimumli differensial tenglamani ko‘rib chiqaylik

$$x'(t) = (1-\alpha)^{-1}\max\{x(r) \mid r \in [t;t']\},\ 0 < \alpha < 1, t \in R^+ \qquad (3)$$

Quyidagicha boshlang‘ich shart kiritaylik

$$x(0) = 0 \qquad (4)$$

Boshlang‘ich sharti (4) bo‘lgan (3) tenglama yechimga ega faqat [0;1] da. U yarim $[1;\infty]$ cheksiz intervalda $x(t) = c\exp\left[(1-\alpha)^{-1}t\right]$ boshqa yechimga ega. Bundan tashqari ,dastlabki shart (4) yordamida (3) tenglamaning ikkinchi yechimi uchun "c"

koeffisenti aniqlanmaydi . Bu (3) differensial tenglama (4) boshlang‘ich shartga ko‘ra $C(R^{+};R)$ shu sinfda yechimlari yo‘qligini bildiradi.

Uning standart og‘uvchi argumentli differensial tenglama

$$x'(t)=(1-\alpha)^{-1}x(t^{\alpha}),\ 0<\alpha<1, t\in R^{+}$$

(4) boshlang‘ich shartga ko‘ra manashu $x(t)=t^{(1-\alpha)^{-1}}$ differensial tenglama $C^{1}\left(R^{+};R\right)$ sinfda yagona yechimga ega .

Misol 4. Quydagi maksimumli differensial tenglamani qaraylik

$$x'(t)=\frac{e^{t}}{\left(e^{t}+1\right)^{2}}\cdot\frac{e^{\left(1+(-1)^{t}\right)t}+1}{e^{\left(1+(-1)^{t}\right)t}}\times\max\left\{x(r)\mid r\in\left[t\mid\left(1+(-1)^{t}\right)t\right]\right\},\ t\in R \qquad (5)$$

Quydagicha musbat boshlang‘ich shart kiritaylik

$$x(0)=x^{0}>0. \qquad (6)$$

(5) differensial tenglama ko‘plab umumiy yechimga ega

$$T_{2}^{\infty}=[1;2]\cup[3;4]\cup[5;6]\cup.....\quad x(t)=c_{i}\frac{e^{t}}{\left(e^{t}+1\right)}\qquad c_{i}>0,\ i=1,3,5,7,......$$

Bundan tashqari bu (5) differensial tenglama $T_{2}^{\infty}=[1;2]\cup[3;4]\cup[5;6]\cup.....$ ko‘plab boshqa umumiy yechimlarga ham ega .

$$x(t)=c_{j}e^{-2\left(e^{t}+1\right)^{-1}}\quad c_{j}>0,\ j=2,4,6,...$$

Boshlang‘ich shart (6) dan foydalanib , faqat birinchi koeffisent yani $c=2x^{0}$ aniqlanadi. Keyingi $c_{2},c_{3},c_{4},c_{5},...$ koeffisentlarni aniqlash uchun qo‘shimcha t_{k} , $k=1,2,3,...$ shartlar va nuqtalarni belgilash talab etiladi .

va maksimumli differensial tenglama

$$x'(t)=\frac{e^{t}}{\left(e^{t}+1\right)^{2}}\cdot\frac{e^{\left(1+(-1)^{t}\right)t}+1}{e^{\left(1+(-1)^{t}\right)t}}\cdot x\left[\left(1+(-1)^{[t]}\right)t\right],\ t\in R^{+}$$

(6) boshlang‘ich shartga ko‘ra

$$x(t)=2x^{0}\frac{e^{t}}{e^{t}+1}$$

Tenglama shu sinfda $C\left(R^{+};R\right)$ yagona yechimga ega.

Ushbu oxirgi ikki misoldan xulosa qilish mumkinki , differensial tenglamada maksimumning mavjudligi uning uzluksiz funksiyalar sinfidagi yechimlarini yo‘qotilishiga olib kelish mumkin. Shuni takidlash kerakki, maksimumli differensial

tenglamalar uchun rezonans fenomimi o‘rinlidir.

ADABIYOTLAR:

1. **Boyce, W.E., DiPrima, R.C.** – "Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems" (11th ed.)
2. Sidorov N., Sidorov D., Dreglea A., Solvability and bifurcation of solutions of nonlinear equations with Fredholm operator. Symmetry. 2020. 12 (6), ID 920, 1-21
3. Rojas E.M., Sidorov N.A., Sinitsyn A.V, A boundary value problem for noninsulated magnetic regime in a vacuum diode. Symmetry. 2020. 12 (4), ID 617 14 pp.
4. . Assanova A. T., Bakirova E. A. and Kadirbayeva Z. M. Numerical solution to a control problem for integro-differential equations, Comput. Math. and Math. Phys., 2020. Vol. 60. No. 2. P. 203-221.
5. **N.X. Rozikov, Sh.N. Xudoyberganov** – "Oddiy differensial tenglamalar" .
6. Rajaboyev , S., & Xamidova , P. (2025). RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA AXBOROT KOMMUNIKATSIYA XIZMATLARIDAN FOYDALANISH. *Iqtisodiy taraqqiyot va tahlil*, *3*(1), 120–124. https://doi.org/10.60078/2992-877X-2025-vol3-iss1-pp120-124
7. Ражабоев Ш.Ш., and Амиртошев Д.Ш.. "РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ВА БАНК ХИЗМАТЛАРИДА БЛОКЧАЙН ТЕХНОЛОГИЯСИНИ КЎЛЛАШ" Экономика и социум, no. 4-2 (119), 2024, pp. 853-858.
8. Ражабоев Ш.Ш., and Ҳайитмуродов Ш.О.. "ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ ТАМОЙИЛЛАРИ" Экономика и социум, no. 4-2 (119), 2024, pp. 848-852.
9. Rajaboyev Sh.Sh., and Mamadaminov F.F.. "OLIY TA’LIM MUASSASASI KADRLARINI BOSHQARISH TIZIMI" Экономика и социум, no. 4-2 (119), 2024, pp. 403-406.
10. Rajaboyev Sh.Sh., and Jumayev L.G‘.. "TA'LIM SOHASIDA MA'LUMOTLAR BAZASINI QO'LLANISHI" Экономика и социум, no. 4-2 (119), 2024, pp. 407-411.
11. Farxodovich, Boronov Bobur, and Rajaboyev Shahboz Shodi o‘g‘li. "MECHANISMS FOR USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SERVICES IN THE ELECTRONIC GOVERNMENT SYSTEM OF UZBEKISTAN AND THEIR EFFECTIVENESS." *Лучшие интеллектуальные исследования* 59.2 (2025): 285-292.
12. Farxodovich, Boronov Bobur. "STAGES OF DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SERVICES SYSTEM." *Лучшие интеллектуальные исследования* 59.2 (2025): 293-298.
13. Farxodovich, Boronov Bobur, Xudaynazarova Dilnoza Gafurovna, and Yodgorov Xushvaqt Mansurovich. "FARMASEVTIKA KORXONALARIDA BUXGALTERIYA HISOBINING O ‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI." *FRONTIERS OF KNOWLEDGE AND INTERDISCIPLINARY DISCOVERY* 1.1 (2025): 282-289.
14. Боронов, Бобур, and Заррух Мухаммадиев. "ПУТИ РАСШИРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЪЕМА УЧЕТА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ХОЗЯЙСТВУЮЩИЕ СУБЪЕКТЫ." *Передовая экономика и педагогические технологии* 2.2 (2025): 444-450.