DAVRIY KOEFFITSIENTLI SHTURM-LIUVILL OPERATORLARINING KVADRATIK DASTASI UCHUN TESKARI SPEKTRAL MASALA

Rahimov Doston Inoyat og'li
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti, Tashkent, 100195 Uzbekistan doston.rahimov.97@bk.ru
Karimov Davlatyor Qurbonali og'li
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti, Tashkent, 100195 Uzbekistan karimovdavlatyor91@gmail.com

Annatatsiya. Hozirgi kunda nochiziqli to'lqinlar nazariyasidagi izlanishlar, jumladan, optik solitonlar telekomunikatsion texnologiyalar sohasida qo'llanila boshladi. Bundan tashqari, fizik sistemalarga ta'sir etuvchi kuchlar faqat vaqtning ma'lum bir davri mobaynida chegaralangan bo'ladi, shuning uchun haqiqiy modellar fazoviy o'zgaruvchilar bo'yicha davriy va deyarli davriy funksiyalar sinfidagi tenglamalarni o'rganishga keltiriladi. Shu munosabat bilan davriy funksiyalar sinfida yuklangan nochiziqli modifitsirlangan Korteveg-de Friz tenglamasini o'rganish maqsadli ilmiy tadqiqotlardan hisoblanadi. Bu paragrafda davriy koeffitsientli ShturmLiuvill operatorlarining kvadratik dastasi uchun qo`yilgan teskari spektral masalaga oid kerakli ma'lumotlarni keltramiz

Kalit so'zlar: Davriy funksiyalar sinfi, davriy masala, teskari spektral masala, Shturm-Liuvill operatorlarining kvadratik dastasi.

Quyidagi

$$T(\lambda)y \equiv -y'' + q(x)y + 2\lambda p(x)y - \lambda^2 y = 0,\ x \in R \qquad (1)$$

Shturm-Liuvill tenglamalarining kvadratik dastasini ko`rib chiqamiz. Bunda *p*(*x*) va *q*(*x*) haqiqiy, uzluksiz, *p* davrli funksiyalar, *l* esa kompleks parametr.

c(*x*,*l*) va *s*(*x*,*l*) orqali (1) tenglamaning ushbu *c*(0,*l*) =1, *c*¢(0,*l*) = 0, *s*(0,*l*) = 0 , *s*¢(0,*l*) =1 boshlang`ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlarini belgilaymiz.

Ushbu D(l) = *c*(p,l) + *s*¢(p,l) funksiyaga (1) tenglamaning Lyapunov funksiyasi yoki Xill diskriminanti deyiladi.

Teorema (Floke). Agar $\Delta^2(\lambda) - 4 \neq 0$ bo`lsa, (1) tenglama quyidagi

$$\psi_-(x,\lambda) = \rho_-^{\frac{x}{\pi}} p_-(x,\lambda), \quad \psi_+(x,\lambda) = \rho_+^{\frac{x}{\pi}} p_+(x,\lambda)$$

ko`rinishdagi ikkita chiziqli erkli yechimga ega. Bunda *p*- (*x*,*l*) va *p*+ (*x*,*l*) funksiyalar *x* bo`yicha p davrga ega va

$$\rho_{\mp} = \rho_{\mp}(\lambda) = \frac{\Delta(\lambda) \pm \sqrt{\Delta^2(\lambda) - 4}}{2};$$

Agar D(l) = 2 bo`lsa, (1.1) tenglama *p* davrli yechimga ega;

Agar D(l) = -2 bo`lsa, (1.1) tenglama *p* antidavrli yechimga ega.

Agar y ± (0,l) =1 deb olsak, u holda

$$\psi_{\pm}(x,\lambda) = c(x,\lambda) + \frac{s'(\pi,\lambda) - c(\pi,\lambda) \mp \sqrt{\Delta^2(\lambda) - 4}}{2s(\pi,\lambda)} s(x,\lambda)$$

bo'ladi.

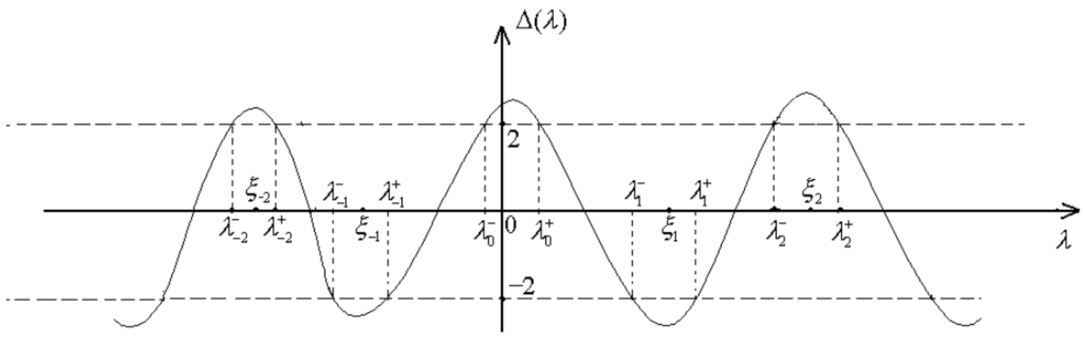
Floke teoremasidagi y ± (*x*,l) yechimlarga Floke yechimlari deyiladi. Malumki ([9]), agar *q*Î*L*2 [0,p] va *p*Î*W*2 1 [0,p] haqiyqiy, *p* davrli funksiyalar quyidagi shartlarni qanoatlantirsa: ushbu *y*(*x*) °/ 0 va *y* ¢(0)*y*(0) - *y* ¢(p)*y*(p) = 0 shartlarni qanoatlantiruvchi *y*(*x*)Î*W*2 2 [0,p] funksiyalar uchun

$$\int_0^{\pi} \left(|y'(x)|^2 + q(x)|y(x)|^2 \right) dx > 0$$

tengsizlik bajarilsa, u holda (1.1) masalaning spektri quydagi to`plamdan iborat bo`ladi

$$\sigma(T) = \{\lambda \in R \mid -2 \le \Delta(\lambda) \le 2\} = R \setminus \bigcup_{n=-\infty}^{\infty} (\lambda_{2n-1}, \lambda_{2n}).$$

Bu yerda (l2*n*-1 , l2*n*), *n*Î*Z* intervallarga lakunalar deyiladi. Nomerlash shunday kiritilganki, bunda l-1 < 0 < l0 qo`sh tengsizlik bajariladi.



(1-rasm)

x *n* , *n*Î*Z* \ {0} orqali *s*(p,l) = 0 tenglamaning ildizlarini belgilaymiz. Bu holda x *n* , *n*Î*Z* \ {0} sonlar, (1.1) tenglama uchun qo`yilgan Dirixle masalasining (*y*(0) = *y*(p ) = 0) xos qiymatlari bilan ustma-ust tushadi va ushbu x, *n*Î[l2*n*-1 ,l2*n* ], *n*Î*Z* \ {0} munosabatlar o`rinli bo`ladi.

Teorema 1. ([12]). Agar (1.1) tenglamaning *p*(*x*) va *q*(*x*) koeffitsientlari haqiqiy analitik funksiyalar bo`lsa, ya’ni haqiqiy o`qning har bir nuqtasida yaqinlashuvchi darajali qatorga yoyiluvchi bo`lsa, u holda (1.1) tenglamaga mos keluvchi lakunalarning uzunliklari eksponensial ravishda nolga intiladi, ya’ni shunday o`zgarmas musbat sonlar *a* > 0 va *b* > 0 topilib, ushbu l2*n* - l2*n*-1 < *ae* -*b n* , *n*ÎZ tengsizlik o`rinli bo`ladi.

Teorema 2 ([12]). Agar (1.1) tenglamaga mos keluvchi lakunalar uzunliklari eksponensial ravishda nolga intilsa, u holda uning *p*(*x*) va *q*(*x*) koeffitsientlari haqiqiy analitik funksiyalar bo`ladi.

Bu yerda toq nomerli lakuna yo`qoladi deganda uning chetki nuqtalari ustma-ust tushishi nazarda tutiladi. Bu hol antidavriy masalaning xos qiymati ikki karrali bo`lganida sodir bo`ladi.

Adabiyotlar:

1.Sotvoldiyev A.I., Yuldashev S.A. Matematik modellashtirish va matematik model qurish metodlari. Pedagog respublika ilmiy jurnali. Uzbekistan. 2023. 5-son. 44-50 betlar. http://sjifactor.com/passport.php?id=22889

2. Sotvoldiyev A.I. Kobb-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi haqida. Journal of New Century Innovations. Uzbekistan. 2023. Vol. 34, Issue 1. pp. 102-105. http://sjifactor.com/passport.php?id=22366

3. Azatova.S.N Tenglamalarni yechishga o‘rgatishda o‘quvchilarda tartibga solish universial o‘quv harakatlarini shakllantirish haqida. Муаллим ҳәузликсиз билимлендириў jurnali Uzbekistan. 2023. 173-178 betlar

4. Yuldashev Sanjarbek Arslon o‘g‘li. (2023). Moliyaviy ehtimollar nazariyasi. Ta’lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 5(1), 66–68. Retrieved from http://webjournal.ru/index.php/ilmiy/article/view/532

5. Ostonaqulov. D.I. Aniqmas integral va uning ba’zi iqtisodiy tatbiqlari. Journal of New Century Innovations, 34(1), 2023. 106–112. Retrieved from http://www.newjournal.org/index.php/new/article/view/8409

6. Yuldashev Sanjarbek Arslon o‘g‘li. (2023). APPLICATION OF THEORY OF PROBABILITY IN SOLVING ECONOMIC PROBLEMS. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 11(10), 358–362. Retrieved from https://internationaljournals.co.in/index.php/giirj/article/view/4491

7. Gafurjan Ibragimov, Omongul Egamberganova, Idham Arif Alias and Shravan Luckraz. On some new results in a pursuit differential game with many pursuers and one evader. AIMS Mathematics, 8(3): 6581–6589. http://www.aimspress.com/journal/Math

8. Omonov Sherzod Shavkat o‘g‘li. (2023). INTEGRATION OF THE NONLINEAR MODIFIED KORTEVEG-DE FRIES EQUATION LOADED IN THE

CLASS OF PERIODIC FUNCTIONS. Web of Technology: Multidimensional Research Journal, 1(8), 16–20. Retrieved from https://webofjournals.com/index.php/4/article/view/353

9. Omonov Sherzod Shavkat o'g'li. (2023). INTEGRATION OF KAUP'S LOADED BORDER SYSTEM IN THE CLASS OF PERIODIC FUNCTIONS. Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development, 21, 1–6. Retrieved from https://sjird.journalspark.org/index.php/sjird/article/view/806