

Karimova Mo'tabarxon Maxammadziyoyevna
Farg'ona davlat universiteti magistranti

UMUMLASHLGAN FUNKSIYALARNING LAPLAS ALMASHTIRISHI

Annotatsiya: Umumlashlgan funksiya deganda ba'zi asosiy funksiyalar sinfida aniqlangan chiziqli uzluksiz funksional tushuniladi. Ko'rib chiqilayotgan vazifalarga qarab, funksiyaning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, asosiy funksiyalarning turli xil sinflaridan foydalaniladi.

Kalit so'zlar: laplas, funksiya, integral, siljish, funksional siljish.

Karimova Mutabarhon Mahammadziyoyevna
Master's degree from Fergana State University

LAPLAS REPLACEMENT OF GENERAL FUNCTIONS

Annotation: A generalized function is a linear continuous function defined in some class of basic functions. Depending on the tasks under consideration, different classes of basic functions are used, taking into account the specific features of the function.

Keywords: laplas, function, integral, shift, functional shift.

Umumlashgan funksiyalarni Ω sohada ko'rib chiqamiz, bu yerda Ω - o'q yoki yarim o'q. Ω sohaning chetki chegaralarida ma'lum xulqqa ega bo'lgan va Ω sohaning ichida cheksiz differentsiallanuvchi asosiy funksiyalarni qaraymiz. Funksional sifatida f umumlashlgan funksiyaning φ asosiy funksiyadagi qiymati (f, φ) kabi belgilanadi. Agar barcha $\varphi(x)$ asosiy funksiyalar uchun $\int_{\Omega} f(x)\varphi(x)dx$ integlani mavjudligini ta'minlovchi local jamlanuvchi $f(x)$ funksiya topilsa, u holda bunday umumlashgan funksiya regulyar deb ataladi va u

$$(f, \varphi) = \int_{\Omega} f(x)\varphi(x)dx \quad (1)$$

ko'rinishda belgilanadi. Qolgan barcha umumlashgan funksiyalar singulyar umumlashgan funksiya deb ataladi.

$X = X(\Omega)$ asosiy funksiyalar sinfida topologiya (yaqinlashish) aniqlangan deb faraz qilamiz. $X' = X'(\Omega)$ orqali X asosiy funksiyalar fazosiga qo'shma bo'lgan umumlashgan funktsiyalar fazosini belgilaymiz.

Oddiy $f(t)$ funksiyalar uchun Laplas integrali

$$F(p) = \int_0^{+\infty} f(t)e^{-pt} dt$$

ko'rinishda aniqlanadi. Agar $t < 0$ uchun $f(t) = 0$ tenglikdan foydalansak ushbu

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-pt} dt = (f(t), e^{-pt})$$

tenglikka ega bo'lamiz. Buni biz e^{-pt} asosiy funksiya bo'yicha $f(t)$ regulyar umumlashgan funksiyasining qiymati deb qaramoqchimiz.

Ammo e^{-pt} asosiy funksiyalarning $X = D(R)$ fazosiga tegishli emas, shuning uchun biz asosiy funksiyalar fazosini aniqlashning boshqacha usuldan, ya'ni umumlashgan funksiyalarning Furye almashtirishidagi kabi usuldan foydalanamiz.

Laplas almashtirishi nazariyasida $t \geq 0$ yarim o'qda asosiy funksiyalar hisobga olingan bo'lsa, unda asosiy funksiyalarning $t \rightarrow -\infty$ dagi xulqiga hech qanday cheklovlar qo'ymaymiz. Biroq, buni $t \rightarrow +\infty$ da talab qilamiz, ya'ni asosiy funksiyalar va ularning barcha hosilalari har qanday t^{-1} darajadan tezroq nolga intiladi deb faraz qilamiz.

Shunday qilib, asosiy funktsiyalarning yangi S_+ klassi ham barcha $\varphi: R \rightarrow C$ asosiy funktsiyalardan iborat bo'lib, ular quyidagi shartlarni qanoatlantiradi:

- 1) φ – bu R da cheksiz differensiallanuvchi funksiya,
- 2) har qanday manfiy bo'lmagan l va k butun sonlar uchun: $\lim_{t \rightarrow +\infty} t^l \varphi^{(k)}(t) = 0$.

Bu fazoni “ $t \rightarrow +\infty$ da tez kamayuvchi funksiyalar fazosi” deb atashimiz mumkin.

Biz buni S_+ bilan belgilaymiz.

S_+ fazodagi yaqinlashish quyidagicha aniqlanadi.

Ta'rif. $F: S \rightarrow C$ chiziqli va uzluksiz funktsional S_+ fazodagi umumlashgan funksiya deyiladi va bu funksiyalar fazosi S'_+ kabi belgilanadi.

$D(R) \subset S_+$ qismfazoligi aniq. Shuning uchun $S'_+ \subset D'(R)$.

$D'(R)$ dan umumlashgan funksiyalarning barcha xossalari S'_+ fazoda ham o'rinli bo'ladi.

$t \geq 0$ yarim o'qida aniqlangan umumlashgan F funktsiya, agar $s_0 \in R$ haqiqiy soni mavjud bo'lsa, umumlashgan original bo'lib, hamma $s > s_0$ uchun $e^{-st} F(t)$ umumlashgan funktsiya S'_+ fazosiga tegishli bo'ladi.

Bunday asl nusxaning tasviri $F(p) = (F(t), e^{-pt})$ qoida bilan berilgan $p = s + i\sigma$ kompleks o'zgaruvchining funksiyasi bo'lib, u $\operatorname{Re} p > s_0$ yarim tekislikda aniqlangan deb tushuniladi. $\operatorname{Re} p = s > s_0$ bo'lgan tayinlangan $p \in C$ uchun $s_1, s_0 < s_1 < s$ son tanlanadi. U holda

$$(F(t), e^{-pt}) = (e^{-s_1 t} F(t), e^{-(p-s_1)t})$$

bo'ladi.

Qisqartirish uchun odatda "original" va "Laplas almashtirishi" so'zlari, odatda, qanday funksiyalar muhokama qilinayotgani aniq bo'lsa, umumlashgan original va Laplasning umumlashgan funksiyalari so'zlari o'rniga ishlatiladi.

Izoh. Har qanday "oddiy" $f(t)$ funksiya ham umumlashgan asl nusxadir, chunki $s_1 > a(f)$ uchun $e^{-s_1 t} f(t)$ oraliq integral funksiya bo'lib, ular uchun

$$(e^{-s_1 t} f(t), e^{-(p-s_1)t}) = \int_0^{+\infty} f(t) e^{-pt} dt$$

ya'ni, u Laplas integraliga to'g'ri keladi.

Misol. Dirakning δ -funksiyasini Laplas almashtirishi quyidagi formula bo'yicha topish mumkin: $(\delta(t), e^{-pt}) = e^{-pt}|_{t=0} = 1$. Shuningdek

$$(\delta'(t), e^{-pt}) = -(\delta(t), -pe^{-pt}) = (\delta(t), pe^{-pt}) = p$$

va umuman $(\delta^{(n)}(t), e^{-pt}) = p^n$. Bu yerda umumlashgan funksiyalarni differensiallash qoidasi ishlatilgan.

Umumlashgan funksiyalarning Laplas almashtirishi ko'plab oddiy funksiyalarning Laplas almashtirishi xususiyatlariga ega.

O'ramaning Laplas almashtirishi.

Agar $F(t) = F(p)$ va $G(t) = G(p)$, $\operatorname{Re} p > s_0$, u holda $(F * G)(t) = F(p)G(p)$, $\operatorname{Re} p > s_0$ (Borel formulasi).

Isbot. O'rama xossasidan

$$\begin{aligned} L[(F * G)(t)](p) &= ((F * G)(t), e^{-pt}) = (F(x), G(y), e^{-p(x+y)}) = \\ &= (F(x)e^{-px})(G(y), e^{-py}) = F(p)G(p). \end{aligned}$$

Siljish ning (originali kechikishi bilan) Laplas almashtirishi.

Agar $F(t) = F(p)$, $\operatorname{Re} p > s_0$, $\tau \geq 0$, u holda $F(t - \tau) = e^{-p\tau}F(p)$.

Ushbu xususiyatni ixtiyoriylik bilan umumlashgan funksiyalar uchun isbotlashdan oldin, biz uni δ -funksiya uchun isbotlaymiz.

$$\begin{aligned} \textbf{Misol. } L[\delta(t - \tau)](p) &= (\delta(t - \tau), e^{-pt}) = (x = t - \tau \text{ almashtirish qilamiz}) \\ &= (\delta(x), e^{-p(x+\tau)}) = e^{-p(0+\tau)} = e^{-p\tau}. \end{aligned}$$

Isbot. $F(t - \tau) = F(t - \tau) * \delta(t) = F(t) * \delta(t - \tau)$ ga egamiz. Borel formulasidan va yuqoridagidan

$$\begin{aligned} L[F(t - \tau)](p) &= L[F(t) * \delta(t - \tau)](p) = \\ &= L[F(t)](p)L[\delta(t - \tau)](p) = F(p)e^{-p\tau}. \end{aligned}$$

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. М.: Наука, 1976, –280 с.

2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1976, – 436 с
3. Qobulov, M. A. O., & Abdurakhimov, A. A. (2021). Analysis of acceleration slip regulation system used in modern cars. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(9), 526-531.
4. Мелиев, Х. О., & Қобулов, М. (2021). СУЩНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНО ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ. *Academic research in educational sciences*, 2(3).
5. Qobulov, M., Jaloldinov, G., & Masodiqov, Q. (2021). EXISTING SYSTEMS OF EXPLOITATION OF MOTOR VEHICLES. *Экономика и социум*, (4-1), 303-308.
6. Xusanjonov, A., Qobulov, M., & Abdubannopov, A. (2021). AVTOTRANSPORT VOSITALARIDAGI SHOVQIN SO'NDIRUVCHI MOSLAMALARDA ISHLATILGAN KONSTRUKSIYALAR TAHLILI. *Academic research in educational sciences*, 2(3).
7. Xusanjonov, A., Qobulov, M., & Ismadiyurov, A. (2021). AVTOMOBIL SHOVQINIGA SABAB BO'LUVCHI MANBALARNI TADQIQ ETISH. *Academic research in educational sciences*, 2(3).
8. Сотволдиев, У., Абдубаннопов, А., & Жалилова, Г. (2021). ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ АКСЕЛЕРАЦИОННОГО СКОЛЬЖЕНИЯ. *Scientific progress*, 2(1), 1461-1466.
9. Khusanjonov A., Makhammadjon Q., Gholibjon J. OPPORTUNITIES TO IMPROVE EFFICIENCY AND OTHER ENGINE PERFORMANCE AT LOW LOADS.
10. Файзиев, П. Р., Исмадиёров, А., Жалолдинов, Г., & Ганиев, Л. (2021). Солнечный инновационный бытовой водонагреватель. *Science and Education*, 2(6), 320-324.