FAN VA TEXNOLOGIYADAGI KESKIN O'ZGARISHLARNI TAHLIL QILISHDA MATEMATIK LIMITLAR NAZARIYASINING O'RNI VA TATBIQLARI

Abdullayeva Dildora Anvarovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Oliy matematika va axborot texnologiyalari kafedrasi katta o'qituvchi

Annotatsiya. *Ushbu maqola matematik limitlar nazariyasining, xususan bir tomonlama limitlarning mikroelektronikadagi keskin o'zgarishlarni tahlil qilishdagi o'rnini o'rganadi. Maqola mikrochiplardagi kuchlanish o'zgarishlari kabi muammolarni matematik modellar orqali o'rganadi, ularning fizik, muhandislik, biologik va iqtisodiy jarayonlardagi tatbiqlarini misollar bilan yoritadi. Shuningdek, u birinchi va ikkinchi ajoyib limitlarning amaliy ahamiyatini ko'rsatadi. Tadqiqot matematik analizning zamonaviy texnologiyalarning xavfsizligi va ishonchliligini ta'minlashdagi muhim rolini ta'kidlaydi.*

Annotation. *This article explores the role of mathematical limit theory, specifically one-sided limits, in analyzing rapid changes within microelectronics. It examines issues like voltage fluctuations in microchips through mathematical models, illustrating their applications in physical, engineering, biological, and economic processes with examples. The paper also highlights the practical significance of the first and second remarkable limits. The research emphasizes the crucial role of mathematical analysis in ensuring the safety and reliability of modern technologies.*

Kalit so'zlar: *Matematik limitlar nazariyasi, bir tomonlama limitlar, mikroelektronika, kuchlanish sakrashlari, diskret o'zgarishlar, uzluksizlik, hosilalar, ajoyib limitlar, matematik modellashtirish, spektral analiz, sun'iy intellekt, texnik xavfsizlik, ishonchlilik.*

Keywords: *Mathematical limit theory, one-sided limits, microelectronics, voltage spikes, discrete changes, continuity, derivatives, remarkable limits, mathematical modeling, spectral analysis, artificial intelligence, technical safety, reliability.*

XXI asrda ilm-fan va texnika yutuqlari, ayniqsa axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va mikroelektronika sohasidagi jadal rivojlanish, insoniyat hayotining deyarli barcha sohalarini chuqur o'zgartirdi. Mikrochiplar (yoki integrallashgan mikrosxemalar) bugungi raqamli dunyoning markazida turibdi. Ular zamonaviy kompyuterlar, mobil qurilmalar, tibbiy uskunalar, sun'iy intellekt tizimlari, kosmik qurilmalar va avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalarining asosiy elementlaridan biridir.

Mikrochip ichidagi fizik jarayonlar - xususan, kuchlanish va tok miqdorining har bir nanosekund ichidagi o'zgarishi - ularning ishonchliligi, samaradorligi va ishlash barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ayniqsa, kuchlanishning keskin o'zgarishi - ya'ni elektr signalining sakrashlari yoki spayklar (voltage spikes) - bu murakkab tizimlarni izdan chiqaruvchi omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli bunday o'zgarishlarni chuqur matematik tahlil qilish va real fizik jarayonlar bilan bog'lash dolzarb ilmiy muammolardan biridir.

Matematik analizning eng asosiy tushunchalaridan biri bo'lgan limit va, xususan, bir tomonlama limitlar, bu kabi muammolarni tahlil qilishda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi. Agar funksiya muayyan nuqtaning faqat chap yoki faqat o'ng tomonidan aniqlangan bo‘lsa, u holda biz ushbu nuqtada bir tomonlama limit (chapdan yoki o‘ngdan) haqida gapiramiz. Bunday yondashuv, ayniqsa, diskret o‘zgarishlar, uzilish nuqtalari va funksiya uzluksizligining buzilishi holatlarini tahlil qilishda alohida o‘rin tutadi. Bu limitlarning teng emasligi kuchlanishdagi keskin o‘zgarish, ya’ni fizik muhitdagi uzilish (diskontinuitet) mavjudligini anglatadi.

Bir tomonlama limitlar nazariyasi nafaqat matematikaning o‘ziga xos bo‘limi bo‘lib, balki bir nechta amaliy fanlar - fizika, muhandislik, texnologik tizimlar, biotibbiyot va iqtisodiyotda keng qo‘llaniladi.

Xususan fizikada harorat, kuchlanish, bosim kabi o‘zgaruvchilarning vaqt yoki makonga nisbatan limit holatlarini tahlil qilish orqali real jarayonlar modellashtiriladi. Muhandislikda elektr zanjirlar, issiqlik almashinuvi, tebranish tizimlari kabi murakkab modellar bir tomonlama limitlar orqali tahlil qilinadi. Biologiyada organizmga ta’sir etuvchi tashqi signal (masalan, radiatsiya) burchagi nolga intilganda organizm reaksiyasini ifodalovchi modellar limitlarga asoslanadi. Iqtisodiyotda uzluksiz foizlar, kapitalizatsiya va moliyaviy oqimlar limit holatlar orqali prognozlanadi.

Ajoyib limitlar deb ataluvchi quyidagi matematik limitlar real hayotda keng tatbiq topadi:

1-ajoyib limit signal yoki energiya markaziy yo‘nalishda maksimal bo‘lishini, 2-ajoyib limit esa uzluksiz kapitalizatsiya, uzluksiz o‘sish jarayonlarini ifodalaydi.

Mikrochip ichidagi kuchlanishdagi keskin o‘zgarishlar aynan bir tomonlama limitlar orqali nazorat qilinadi. Har qanday o‘zgartirish yoki shikast yetkazuvchi omil aniqlash uchun: Signal filtrlari loyihalanadi, Energiya taqsimoti modellashtiriladi, Elektron komponentlar chidamliligi testdan o‘tkaziladi

Mazkur maqolada kuchlanishdagi keskin o‘zgarishlar matematik limitlar asosida tahlil qilinadi. Bunda quyidagi asosiy savollarga javob topiladi:

1. Mikrochipdagi kuchlanishning o‘zgarish qonuniyatlari qanday matematik funksiya bilan ifodalanadi?,
2. Ushbu funksiya limitga ega bo‘lishi yoki ega emasligi qanday aniqlanadi?,
3. Bir tomonlama limitlar mavjud bo‘lsa, ular qanday fizik talqinlarga ega?,
4. Amaliy muhandislik tizimlarida bu limitlar qanday rol o‘ynaydi?

Ushbu tahlillar nafaqat nazariy asos bo‘lib, balki zamonaviy elektron qurilmalarni xavfsiz, barqaror va samarali ishlashiga xizmat qiluvchi amaliy uslubiyatni ham yaratadi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalar shuni ko‘rsatadiki, mikrochip ichidagi kuchlanishlarning tahlili matematik analiz, xususan bir tomonlama limitlar nazariyasiga tayanadi. Bu esa nafaqat mikroelektronika sohasida, balki muhandislik, fizika, iqtisodiyot va boshqa fanlar bilan bog‘liq amaliy masalalarni hal qilishda dolzarb ahamiyat kasb etadi. Shu bois, mikrochiplardagi keskin o‘zgarishlarni tahlil qilish, ularni oldindan aniqlash va bartaraf etish mexanizmlarini ishlab chiqish orqali texnik xavfsizlik va texnologik ishonchlilikka erishish mumkin.

Matematik jihatdan, agar $f(x)$ funksiya a nuqtaning faqat o‘ng yoki chap atrofida aniqlangan bo‘lsa, u holda bir tomonlama limitlar aniqlanadi.

Limitlar nazariyasining chuqurroq tadqiqoti matematikada ajoyib limitlar deb ataluvchi ikki muhim limitni ajratib ko‘rsatadi:

$$\lim_{x\to 0}\frac{\sin x}{x}=1$$

Bu limitlarning har biri o'ziga xos ilmiy isbot va amaliy talqinga ega. Masalan, birinchi limit trigonometriya va geometriya asosida isbotlanadi. Bunda birlik doira, sektor yuzi, uchburchak yuzi orqali quyidagi tengsizlik isbot qilinadi: Avval, x argumentni 0 ga o'ng tomondan, ya'ni musbat qiymatlar qiymatlar qismidan intilgan holni ko'rib chiqamiz. Ma'lumki $x>0$ qiymatlar uchun $\sin x<x$ yoki $\frac{\sin x}{x}<1$. Faraz qilamiz, $x<\frac{\pi}{2}$ va radiusi 1 ga teng bo'lgan doira ichida yotgan nuqtalarni ko'rib chiqamiz. Quyidagi rasmda ko'rsatilganidek

A (1;0), $P\left(\cos x;\sin x\right)$ va $Q\left(1;tgx\right)$ nuqtalar tanlab olingan bo'lsin. OAP sektor OAQ uchburchak ichida yotganidan quyidagi tengsizlikka ega bo'lamiz.

OAP yuzi < OAQ yuzi. Yuza $OAP=\frac{O\bar{A}\cdot A\breve{P}}{2}=\frac{x}{2}$ va Yuza $OAQ=\frac{O\bar{A}\cdot A\bar{Q}}{2}=\frac{tgx}{2}$

Demak $\frac{x}{2}<\frac{\sin x}{2\cos x}$, ya'ni $\cos x<\frac{\sin x}{x}$, $0<x<\frac{\pi}{2}$ lar uchun $\cos x<\frac{\sin x}{x}<1$. $\cos x$ ning uzluksizligidan $\lim_{x\to 0+}\cos x=1$ kelib chiqadi.

Endi, ikkinchi taqqoslash tenglamasidan $\lim_{x\to 0+}\frac{\sin x}{x}=1$ kelib chiqadi. Argument x nolga chap tomondan intilgan holi (ya'ni $(-\infty;0)$ qismdan)

$$\frac{\sin(-x)}{-x}=\frac{-\sin x}{-x}=\frac{\sin x}{x}$$

Ifodani e'tiborga olgan holda isboti yuqoridagi keltirilgan yo'l bilan kelib chiqadi.

Endi ikkinchi ajoyib limitni keltiramiz, ya'ni Ikkinchi ajoyib limit esa, uzluksiz kapitalizatsiya, exponental o'sish, biologik populyatsiya modellari, va radioaktiv yemirilish kabi jarayonlarni matematik ifodalashda asosiy rol o'ynaydi. Bu limit orqali matematik tilda natural logarifm asosi bo'lgan eee soni aniqlanadi.

$$\lim_{x\to\pm\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x}=e$$

Asosiy ayniyatlar jadvalini keltiramiz.

$$\lim_{x\to 0}\frac{\sin x}{x}=1 \qquad \lim_{x\to 0}\frac{1-\cos x}{x^2}=\frac{1}{2} \qquad \lim_{x\to\pm\infty}(1+\frac{a}{x})^{x}=e^{a} \qquad (a\in R)$$

$$\lim_{x\to 0}(1+x)^{\frac{1}{x}}=e \qquad \lim_{x\to 0}\frac{\log_a(1+x)}{x}=\frac{1}{\log a} \qquad (a>0);$$

$$\lim_{x\to 0}\frac{\log(1+x)}{x}=1 \qquad \lim_{x\to 0}\frac{a^x-1}{x}=\log a \qquad (a>0)$$

$$\lim_{x\to 0}\frac{e^x-1}{x}=1 \qquad \lim_{x\to 0}\frac{(1+x)^{\alpha}-1}{x}=\alpha \qquad (\alpha\in R)$$

Ushbu

$\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^x=\ell$ tenglik o’rinli bo’lishini ko’rsatining. Biz $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n=\ell$ ekanligini ko’rgan edek.

Faraz qilaylik $x>1$ bo’lsin x ning butun qiymatini n orqali belgilasak, u holda $n\le x<n+1$ bo’lib bundan esa $\frac{1}{n+1}<x\le\frac{1}{n}$ tengsizliklarga ega bo’alamiz. Bu tengsizliklardan

$\left(1+\frac{1}{n+1}\right)^n<\left(1+\frac{1}{x}\right)^x<\left(1+\frac{1}{n}\right)^{n+1}$ tengsizlik kelib chiqadi.

$$\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{n+1}\right)^n=\ell,\qquad \lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^{n+1}=\ell$$

hamda (2) tengsizlikdan foydalanib chekli limitga ega bo’lgan funksiya hossalariga ko’ra $x\to+\infty(n\to\infty)$ da $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^x=\ell$ tengsizlikka ega bo’lamiz.

Enda $x<-1$ bo’lsin $x=-y$ belgilash keritsak

$$\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^x=\lim_{y\to\infty}\left(1-\frac{1}{y}\right)^{-y}=\lim_{y\to\infty}\left(1+\frac{1}{y-1}\right)=\lim_{y\to\infty}\left(1+\frac{1}{y-1}\right)^{y-1}\cdot\lim_{y\to\infty}\left(1+\frac{1}{y-1}\right)=\ell\cdot1=\ell$$

bo’ladi.

Demak $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^x=\ell$ bo’aldi. Natija $\lim\limits_{x\to0}(1+x)^{\frac{1}{x}}=\ell$ tenglik o’rinlidir.

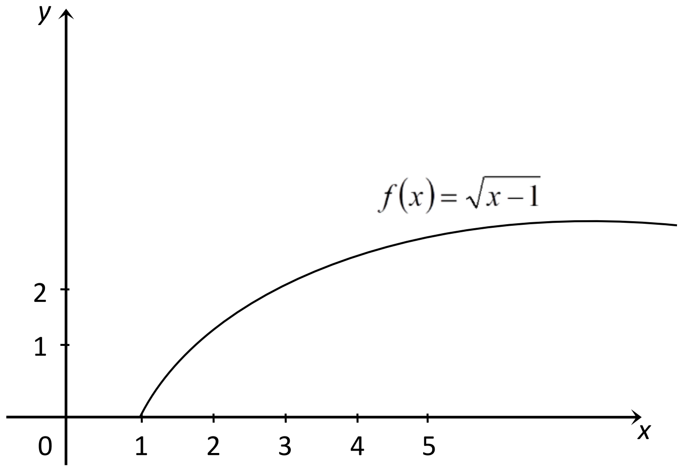
Haqiqatdan ham $\frac{1}{x}=y$ belgilash keritsak

$\lim\limits_{x\to0}(1+x)^{\frac{1}{x}}=\lim\limits_{y\to\infty}\left(1+\frac{1}{y}\right)^y$ bo’lib $\lim\limits_{y\to\infty}\left(1+\frac{1}{y}\right)^y=\ell$ munosabatdan $\lim\limits_{y\to\infty}(1+x)^{\frac{1}{x}}=\ell$ kelib chiqadi.

Bir tomonlama limitlar. Cheksizdagi limitlar. texnika va texnologiya jadal rivojlanayotgan bir davrda matematik analizning fundamental tushunchalari - ayniqsa limitlar nazariyasi - fan va amaliyotda o‘zining muhim o‘rniga ega bo‘lmoqda. Bu tushuncha nafaqat nazariy tahlil vositasi, balki zamonaviy qurilmalar, muhandislik tizimlari va fizik modellarni chuqur anglash va tahlil qilishda asosiy vosita sifatida xizmat qiladi.

Limit tushunchasi matematik analizda uzluksizlik, hosila, integral va qatorlar nazariyasining asosi hisoblanadi. Ayniqsa, bir tomonlama limitlar - ya’ni funksiya nuqtaga faqat chapdan yoki faqat o‘ngdan intilayotgan holatlardagi limitlar - muhim amaliy ahamiyatga ega. Bunday limitlar, masalan, fizik jarayonlarda keskin o‘zgarish (sakrash), impuls signal, tok yoki kuchlanishdagi sakrash, haroratdagi uzilish kabi holatlarni aniqlashda qo‘llaniladi.

Rasmda keltirilgan funksiyani qaraymiz: $f(x)=\sqrt{x-1}$



$f(x)$ funksiyaning $x_0=1$ dagi limitini hisoblashni maqsad qilib qo'yamiz. $f(x)$ ning aniqlanish sohasi $[1;\infty)$dan iborat bo'lgani uchun, demak hisoblanayotgan limit o'ng tomondan bo'lish kerak, ya'ni

$$\lim_{x\to 1}\sqrt{x-1}=0.$$

Umumiy holda quyidagi ta'riflar keltiramiz.

Faraz qilaylik $f(x)$ funksiya (a,c) da aniqlangan bo'lsin. Agar x argumenti a nuqtaning o'ng tomonida joylashgan bo'lib va o'ngga intilganda $f(x)$ funksiyaning qiymatlari aniq L soniga intilsa, u holda L soni $f(x)$ ning o'ng tomondagi limiti deyiladi va quyidagicha yoziladi. $\lim\limits_{x\to a^+} f(x)=L$. Chap tomonlama limit ham yuqorida keltirilgan ta'rifga o'xshash yo'l bilan keltiriladi va quyidagicha yoziladi. $\lim\limits_{x\to a^-} f(x)=L$

Misol. $\lim\limits_{x\to 1^-}\sqrt{1-x}=0$

Chap tomonlama va o'ng tomonlama limitlar funksiyaning bir tomonlama limitlari deyiladi.

Misol. Faraz qilamiz bizga quyidagi funksiya berilgan bo'lsin.

$$f(x)=\begin{cases}\sqrt{-x}\,, & agar \;\; x<0\\ x^2+1, & agar \;\; x\geq 0\end{cases}$$

Ushbu limitlar hisoblansin.

a) $\lim\limits_{x\to a^-} f(x)$ va b) $\lim\limits_{x\to a^+} f(x)$

Yechish: a) x 0 ga chap tomondan intilganda $\lim\limits_{x\to 0^-} f(x)=\lim\limits_{x\to 0^-}\sqrt{-x}=0$

b) x 0 ga o'ng tomondan intilganda $\lim\limits_{x\to 0^+} f(x)=\lim\limits_{x\to 0^+}\left(x^2+1\right)=0+1=0$. Olingan natijalar keltirilgan chizmada o'z ifodasini topgan.

Teorema. Faraz qilamiz, $f(x)$ funksiya $x=a$ nuqtaning atrofida aniqlangan bo'lsin. Agar $x=a$ nuqtada $f(x)$ funksiyaning chap tomondagi va o'ng tomondagi limiti mavjud bo'lib va ular bir-biriga teng bo'lsa, u holda $f(x)$ funksiya $x=a$ nuqtada limitga ega bo'ladi, ya'ni

$$\lim_{x\to a} f(x)=L, \qquad \lim_{x\to a^-} f(x)=\lim_{x\to a^+} f(x)=L$$

Misol. $f(x)$ va $g(x)$ funksiyalar berilgan bo'lsin.

$$f(x)=\begin{cases}\sqrt{x}\,, & agar\ \ x>0\\ -x, & agar\ \ x\le 0\end{cases}$$

a) $f(x)$ bir tomonlama $x=0$ dagi limitlari hisoblansin.

b) $g(x)$ funksiya $x=0$ da limitga ega emasligi ko'rsatilsin.

Yechish.

a) $\lim\limits_{x\to 0^+} f(x)=\lim\limits_{x\to 0^+}\sqrt{x}=0$ va $\lim\limits_{x\to 0^-} f(x)=\lim\limits_{x\to 0^-}(-x)=0$

Demak $\lim\limits_{x\to 0} f(x)=0$.

b) $\lim\limits_{x\to 0^-} g(x)=-1$ va $\lim\limits_{x\to 0^+} g(x)=1$

Bundan $g(x)$ funksiya $x=0$ limitga ega emasligi kelib chiqadi.

$\lim\limits_{x\to 0} f(x)$ mavjud $\qquad$ $\lim\limits_{x\to 0} g(x)$ mavjud emas

1-Masala. Radiatsiya ta'siridagi organizm haroratining o'zgarishi (1-aoyib limit asosida)

Kosmosda ishlayotgan astronavt organizmining harorati

$$\lim_{\theta\to 0}\frac{sin\theta}{\theta}=1$$

ko'rinishidagi funksiyaga asosan, tashqi radiatsion ta'sir burchagi θ ga bog'liq tarzda o'zgaradi. Radiatsion burchak $\theta\ \to\ 0$ ga intilganda, harorat qanday qiymatga intiladi?

Yechish. Demak, radiatsion ta'sir burchagi juda kichik bo'lsa, organizm harorati burchakka mutanosib bo'lib, harorat o'zgarishi tengsiz darajada kichik bo'ladi. Bu limit kosmik muhitda robotlar yoki odamlar organizmiga radiatsiya ta'sirini minimal darajada ushlab turish imkoniyatini baholashda ishlatiladi.

Xulosa:Astronavtga tushayotgan radiatsion ta'sir burchagi juda kichik bo'lganda, haroratning o'zgarishi deyarli mavjud bo'lmaydi. Bu termal barqarorlikni ta'minlashda muhim.

2-Masala. Moliyaviy daromadni cheksiz davrlarga bo'lish (2-ajoyib limit asosida)

Investor yiliga $1000\$$ daromad olib turadigan sarmoyani $r\ =\ 0.05\,(5\%)$ yillik stavkada cheksiz kichik davrlarda reinvestitsiya qilmoqda. Cheksiz ko'p davrlarda sarmoya qancha daromad keltiradi?

Bu masala quyidagi limitga asoslanadi: $\lim_{n\to}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n=e$

Yechish. Har bir kichik davrda qo'shiladigan daromad: $A=1000\cdot\left(1+\frac{r}{n}\right)^{nt}$

$t\ =\ 1$ yil uchun: $\lim_{n\to\infty} A=1000\cdot e^r=1000e^{0{,}05}\approx 1000\cdot 1{,}05127\approx 1051{,}27$

Xulosa. Daromad cheksiz kichik davrlarda reinvestitsiya qilinsa, yillik daromad 1051.27$ atrofida bo‘ladi - bu esa foiz stavkasining uzluksiz kapitalizatsiyasini bildiradi.

3-Masala. Zich muhitdagi ovoz kuchayishining cheklangan holati (1-ajoyib limit). Yopiq joyda chiqarilgan tovush kuchi $f(x) = \frac{sinx}{x}$ ko‘rinishida kamayadi, bu yerda x tovushning tarqalish yo‘nalishi (burchak). Tovush markazga (x → 0) yo‘nalganda u qanday kuchga ega bo‘ladi?

Yechish. $\lim_{x\to 0}\frac{sinx}{x} = 1$ Demak, markaziy yo‘nalishda tovush eng kuchli bo‘ladi. Bu akustik muhandislikda - masalan, teatrlar, kinozallar dizaynida markaziy kuchning aniqlanishida qo‘llaniladi.

4-Masala. Virus tarqalish tezligini baholash (2-ajoyib limit). Virus yuqish ehtimoli vaqt o‘tishi bilan $f(t) = (1+t)^t$ modeli bo‘yicha o‘smoqda. Juda qisqa vaqt oralig‘ida t → ∞ yuqish ehtimoli qanday baholanadi?

Yechish: $\lim_{t\to\infty}\left(1+\frac{1}{t}\right)^t = e$ Bu modelga ko‘ra, juda ko‘p, ammo juda qisqa vaqt oraliqlarida virus yuqish ehtimoli deyarli "e" koeffitsienti $(2.718\ldots)$ orqali aniqlanadi. Bu epidemiologiyada "zanjirli yuqish modellarida" ishlatiladi.

5-Masala. Virus tarqalish tezligini baholash (Bir tamonlama limit). Mikrochip ishlab chiqarishda elektron komponentlar ustida o‘tayotgan tok miqdori va kuchlanish doimiy nazorat ostida bo‘ladi. Ba'zida, kuchlanish birdaniga keskin o‘zgaradi - bu mikrochipning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, bunday o‘zgarishlarni chegaraviy (limit) holatda tahlil qilish muhim.

Biror elektron komponentdagi kuchlanish $V(t)$vaqtdan t quyidagicha bog‘liq:

$$V(t) = \begin{cases} 5, agar\ t < 2\ milli\ sekund \\ 10, agar\ t \geq 2\ milli\ sekund \end{cases}$$

$\lim_{t\to 2-} V(t) = 5$ (chunki $t < 2$ bo‘lsa, kuchlanish 5 V)

$\lim_{t\to 2+} V(t) = 10$ (chunki $t \geq 2$ bo‘lsa, kuchlanish $10\ V$)

Bu natija shuni ko‘rsatadiki, $t = 2$ milli sekundda kuchlanishda keskin sakrash mavjud. Bu elektron qurilma uchun xavfli bo‘lishi mumkin, chunki bu turdagi sakrashlar kuchlanishning moslashuvchanligini buzadi va issiqlik zarbalari orqali elementlarni ishdan chiqaradi. Shu bois bunday nuqtalarni aniqlash va yumshatish (masalan, filtrlar yoki regulyatorlar bilan) muhim hisoblanadi.

Fan va texnologiya kesishgan chorrahalarda, ayniqsa mikroelektronika va matematik analiz singari aniq fanlar uyg‘unligida, yangi ilmiy paradigma shakllanmoqda. Bu paradigmada har qanday tizimning ishonchliligi - faqat texnologik yechimlar emas, balki noaniqliklarni nazorat qilishga qaratilgan matematik strategiyalar asosida baholanadi.

Shu nuqtai nazardan qaralganda, mikrochiplardagi kuchlanish o‘zgarishlarini oddiy fizik jarayon emas, balki murakkab signallarni optimallashtirish muammosi sifatida qayta ko‘rib chiqish lozim. Bu muammoni yechishda faqat limitlar emas, balki funksiyalarning cheklangan intervaldagi tebranish chastotalarini matematik spektral analiz orqali tahlil qilish zarurati tug‘iladi.

Bunda yangi yondashuv shundan iboratki, bir tomonlama limitlar fizik jarayonlardagi *uzilishlar*ni aniqlasa, spektral sintez metodlari bu uzilishlarning ichki strukturaviy sabablarini fosh etishga xizmat qiladi. Bu esa mikrochiplar arxitekturasini loyihalashda nafaqat sakrashni aniqlash, balki sabrli muhit yaratish, ya’ni signalni fiziologik qabul qila oladigan ritmga o‘zgartirish imkonini beradi.

Matematik analizning yana bir muhim jihati shundaki, u nafaqat mavjud kuchlanish o'zgarishlarini tahlil qilish, balki potensial xavf zonalarini prognoz qilish imkoniyatini ham beradi. Buning uchun limitlar nazariyasini sun'iy intellekt modellari bilan bog'lab, real vaqtda o'zgarishlarni bashorat qila oladigan algoritmlarga aylantirish bugungi kunning dolzarb ilmiy vazifasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

7. Sh.R.Xurramov Oliy matematika (masalalar to’plami, nazorat topshiriqlari) 1-qism: o'quv qo'llanma, “Fan va texnologiya” Toshkent-2015 - 408 bet.
8. Karimov E., Meliboyev A., Islomov B. Oliy matematika. 1-qism. Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2016. – 432 bet.