

FIZIKADA YADROVIY JARAYONLARNI O'RGANISHNING STATISTIK XARAKTERI

Xolmurodov Mamatxon Qo'chqarovich,

Zaxidov Ibroximjon Obidjonovich

Namangan davlat universiteti dotsentlari

ibrohimjonzokhidov@gmail.com

ORCID: [0009-0008-4397-6341](https://orcid.org/0009-0008-4397-6341)

Annotatsiya. Ushbu maqolada xatoliklar sistematik va tasodifiy xatoliklarga bo'linishi, xatoliklar asbob-uskunalarining va o'lchash usulining mukammal emasligiga bog'liq bo'lishi yadro fizikasida olib boriladigan o'lchashlarda, yadro nurlanishlarini o'lchashlarda ularning fluktatsion xarakteriga ega ekanligi hisobga olish zarurligi ta'kidlab o'tilgan. Yadro fizikasida jarayonlarning statistik xarakteriga ega bo'lishi bayon etilib, undagi barcha xatoliklar tushuntirib berilgan.

Kalit so'zlar: yadro fizikasi, yadroviy jarayonlar, o'lchashning tasodifiy xatoligi, Gauss xatoligi, o'rtacha kvadratik xatolik, o'lchashlarning statistik xatoligi, nisbiy xatolik, sanash tezliklari.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР ИЗУЧЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ФИЗИКЕ

Аннотация. В данной статье отмечено, что ошибки делятся на систематические и случайные, и что ошибки могут быть связаны с несовершенством приборов и методов измерений. Подчеркивается необходимость учитывать флуктуационный характер ядерных излучений при проведении измерений в ядерной физике. Раскрыта статистическая природа процессов, протекающих в ядерной физике, и подробно объяснены все виды ошибок.

Ключевые слова: ядерная физика, ядерные процессы, случайная ошибка измерения, ошибка Гаусса, среднеквадратическая ошибка, статистическая ошибка измерений, относительная ошибка, скорости счёта.

STATISTICAL NATURE OF STUDYING NUCLEAR PROCESSES IN PHYSICS

Abstract. This article emphasizes that errors are divided into systematic and random ones, and that measurement inaccuracies may be caused by imperfections of instruments and measuring methods. It highlights the necessity of considering the fluctuating nature of nuclear radiation in nuclear physics measurements. The statistical character of processes occurring in nuclear physics is discussed, and all types of errors are thoroughly explained.

Keywords: nuclear physics, nuclear processes, random measurement error, Gaussian error, root mean square error, statistical measurement error, relative error, counting rate.

KIRISH

Dunyida so'nggi yillarda atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi, yadro tuzilishi nazariyasi, yuqori energiyalar fizikasining fundamental jihatlarini sohalarida yadroviy bilimlarning fundamental asoslari rivojlantirildi. Yadroviy jarayonlar bilan bog'liq texnologiyalar sohasida 3+ avlod reaktorlari, neytrinosiz beta yemirilish nazariyasini takomillashishi neytrino ossillyatsiyasi, Xiggs zarrasining tajribada topilishi kabi ko'plab olamshumul yutuqlarni insoniyat hayotidagi o'rni va taraqqiyotga ta'sirini bilish va o'rganib borish uchun yadro fizikasini dunyo va zamon talablari darajasida o'rganish lozimligi talab etilmoqda.

Yadro fizikasida yerishilayotgan ilmiy texnik yutuqlar bilan fan mazmunini boyitishga va o'qitish usullarini takomillashtirishga e'tibor qaratish, shu sohaga yo'naltirilgan ishlarni jadallashtirish orqali talabalarni ilmiy dunyoqarashlarini shakllanishida yadro fizikasi muhim o'rin tutishi bilan birga uni o'rganish jarayoni murakkabligi va ma'lum darajada abstraktsiyalashga oid ko'nikmalar bo'lishini taqazo yetadi. Shu ma'noda, ta'lim, ayniqsa oliy ta'lim tizimini yadro fizikasi sohasida yerishilayotgan fan va texnika yutuqlari bilan boyitib, kompyuter dasturlari va yangi pedagogik texnologiyalardan foydalangan holda o'qitish metodikasini takomillashtirish orqali talabalarning fikrlash qobiliyatlari va zamonga mos ilmiy dunyoqarashlarini kengaytirishga yerishish bugungi kunda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

ADABIYOTLAR TAXLILI

Oliy ta'limda atom yadrosi va yelementar zarralar fizikasini o'qitishda yelementar zarralar fizikasi bo'limini o'qitish metodikasi fizik olimlar K.R.Nasriddinov [1], Z.Kanokov va boshqalar [2], tomonidan zamonga mos va yetarlicha takomillashtirilgan holda tavsiya yetilgan. Tadqiqotchi D.A.Yusupov [3,4] atom yadrosi va elementar zarralar fizikasining eksperimental usullari, turli xildagi energiya manbalari xavfsizlik va istiqbol darajalarini taqqoslash orqali o'rganish usullari ochib bergan hamda mavzuga doir juda ko'plab ishlarni misol keltirish mumkin. Shunday bo'lsada yadroviy jarayonlarni o'rganishning statistik xarakterini ifodalaydigan ishlar kam uchraydi yoki mavjud adabiyotlarda jarayonga doir bilimlar to'la yoritilmagan.

TADQIQOT METODLARI

Keyingi yillardagi kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, talabalar bilimlarida asosan quyidagi kamchiliklar mavjud ekan: yadro tuzulishi bo'yicha modda va maydon nazariyasi haqida tushunshaga ega emaslik; yadro modellari mohiyatini tushunmaslik; yadroviy o'zgarishlar, yadro reaksiyasi jarayonlarida saqlanish qonunlarini to'la tushunib yetmaslik; yadro bog'lanish energiyasi, massa va energiya aylanishlarida saqlanish qonunlarini to'la tushunmaslik; yadro va zarralar dunyosi to'g'risidagi zamonaviy bilim va tasavvurlarning shakllanganligi yetarli darajada emaslik; radiatsion nurlanishlar bo'yicha fan yutuqlari to'g'risidagi bilimlari yetarli emasligi; atom energetikasi, yadro reaktorlarining ishlash tmoyili, havfsizlik darajalari, zamonaviy yutuqlari va radiatsion chiqindilarni takomillashgan qayta ishlash jarayonlari haqida yetarli bilimga ega emasliklari.

Ko'ramizki, ta'limdagi bunday vaziyatda jamiyat taraqqiyoti bilan bog'liq atom energetikasini rivojlanish kelajagi, yadro reaksiyalari turlari, radioaktivlik va AES larni yangi avlodlari, havfsizlik darajalarini ilmiy baholay olish va unga adekvat munosabatni shakllantirish kabi masalalar bir oz ortda qolib ketadi.

Bu esa talabalarining fanga bo'lgan qiziqishlarini sekinlik bilan so'nishiga, olamni anglashda ilmiy dunyoqarashni shakllanmasligiga olib keladi degan xulosa beradi. Olingan natijalar asosida oliy ta'lim muassasalari talabalarida yadro fizikasi, xususan yadroviy jarayonlar to'g'risidagi bilim, ko'nikma va malakalarining rivojlanganlik darajasini oshirish lozim degan xulosaga kelindi.

Bunga sabab, yadro fizikasidagi tushunchalar, g'oyalar, hodisalar, qonuniyatlar va jarayonlarni amaliyotga tatbiq etishda talabalarni ziddiyatga olib kelgan narsa – bu, darslik va o'quv qo'llanmalarni zamon talablari asosida takomillashtirish, ularning yangi avlodini yaratish, o'quv dasturlari va standartlarni optimallashtirish kabi masalalarni ortda qolishi, o'quv materiallarini qotib qolgan faktlar bilan bayon etilishi, eksperimentlarning zamon talablaridan ortda qolayotganligi, virtual ishlanmalarning majmua jamlanmalari mavjud emasligi, kvant tasavvurlarni kengaytiruvchi virtual ishlanmalarning mavjud emasligi bilan baholanadi.

Ayniqsa fizika o'qitishda yadroviy jarayonlarni o'rganish, yadro nurlanishlarini o'lchashlarda ularning fluktatsion xarakterini ifodalash va fizik kattalikni o'lchash natijasi katta ahamiyatga ega. Fizik kattalikni o'lchash natijasi turli xatoliklar hisobiga haqiqiy kattalikdan farq qilishi mumkin.

Eksperimental fizikada xatoliklar sistematik va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi. Xatoliklar asbob-uskunalarining va o'lchash usulining mukammal emasligiga bog'liq bo'lishi mumkin. Yadro fizikasida olib boriladigan o'lchashlarda, yadro nurlanishlarini o'lchashlarda ularning fluktatsion xarakteriga ega ekanligi hisobga olish zarur bo'ladi. Masalan, yadroning radioaktiv yemirilishi statistik xarakterga ega, ya'ni manbaning aktivligi $A = \lambda N$, (λ -yemirilish doimiysi, N -radioaktiv yadrolar soni), har sekunda A -miqdor yadrolar yemiriladi degan ma'noni anglatmaydi. Ushbu holda, har sekunda yemirilayotgan yadrolarning o'rtacha soni haqida gapirish mumkin. Bu yerda o'rtacha miqdor ma'nosi shundan iboratki, o'lchashdagi sanashlar soni ortib borishi bilan tajriba natijasi aniqlashib boradigan son tushiniladi. Shuning uchun radioaktiv manbaning aktivligini o'lchashda, o'lchanayotgan kattalikni doimiy deb qarab bo'lmaydi. Bundan tashqari yadro nurlanishlarini moddalar bilan ta'sirlashuv jarayoni detektorda yuz berib, bu yerda ham ehtimollik xarakteri rol o'ynaydi.

Yadro fizikasida voqea-hodisalarining statistik xarakteriga ega bo'lishi, tasodifiy xatoliklarining bir ko'rinishi bo'lgan statistik xatolikka olib keladi [5,6].

Sistematik xatolik ko'pincha o'lchash uslubi biln bog'liq bo'ladi, masalan o'lchov asboblarning aniqlik darajasi cheklanganligi, noto'g'ri darajalanganligi, tashqaridan ta'sir etuvchi omillar hisobiga olinganligi va boshqalar.

TADQIQOT NATIJALARI

O'lchashning tasodifiy xatoligi. Kichkina chetlatishlar tufayli yuz beradigan xatoliklar, tasodifiy kattaliklar uchun ehtimollar nazariyasiga asosan Gauss taqsimot qonuni bilan aniqlanadi.

Ushbu taqsimot qonuniga asosan, o'lchanayotgan X kattalik qiymati X va $X + dX$ oralig'ida bo'lishi ehtimolligiga teng

$$W(X)dX = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left[-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right]dX \quad (1)$$

bu yerda, $\alpha - x$ kattalikning o'rtacha qiymati, σ^2 - o'lchanayotgan kattalikning dispersiyasi

(dispersiya quyidagicha yoziladi $D(X)$)

Dispersiyaning ma'nosi, o'lchanayotgan X kattalikning haqiqiy qiymatidan (α) farqining kvadratining o'rtasini bildiradi.

$$D(X) = (x - \alpha)^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \alpha)^2 W(X) dX = \sigma^2$$

quyidagi kattalik $\sigma = \sqrt{D(X)}$, X -kattalikning o'lchasdagi o'rtacha kvadratik xatoligi deyiladi.

Bir necha takror o'lchashlarning o'rtachasi, ayrim o'lchashlar qiymatlariga qaraganda haqiqiy qiymatiga yaqin bo'ladi. Bir-biriga bog'liq bo'lmagan takror o'lchashlar soni n bo'lganda o'rtacha qiymat $\bar{X} = \sum_i X_i / n$ dispersiya ayrim o'lchashlar dispersiyasidan n marta kichkina bo'lgan dispersiya bilan aniqlanadigan Gauss taqsimotiga bo'ysunishini isbot qilishi mumkin.

$$\sigma^2(\bar{X}) = D(\bar{X}) = D(X)/n$$

Dispersiyanı bilsak u holda Gauss qonuniga asosan o'lchash natijasining ishonchlilik ko'rsatkichini aniqlash mumkin, ya'ni o'lchanayotgan X kattalik $X - \varepsilon$ va $X + \varepsilon$ oralig'ida bo'lish ehtimolligini topish mumkin (ε - ixtiyoriy son).

$$P(\varepsilon) = \int_{x-\varepsilon}^{x+\varepsilon} W(T) dT = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{x-\varepsilon}^{x+\varepsilon} \exp\left[-\frac{(T-X)^2}{2\sigma^2}\right] dT = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\varepsilon/\sigma}^{+\varepsilon/\sigma} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

bu yerda $(T - X)/\sigma = z$

$$P\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\varepsilon/\sigma} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz \quad (2)$$

Gauss xatoligi integrali

$$\frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\pi} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

qiymatlari ehtimollik nazariyasi bo'yicha hamma adabiyotlarda keltirilgan. Shunday qilib, $P(1) = 0.683$, $P(2) = 0.954$, $P(3) = 0.997$.

Bu qiymatlar quyidagilarini anglatadi: 68.3% ehtimollik bilan o'lchash natijasi haqiqiy qiymatidan eng ko'pi bilan bitta o'rtacha kvadratik xatolikka, 99.7% ehtimollik bilan uchta o'rtacha kvadratik xatolikka farq qilishi mumkin. Demak, bitta o'rtacha kvadratik xatolikdan katta xatolikka yo'l qo'yish ehtimolligi 31.7% ni, ikkita kvadratik xatolikdan katta xatolik bo'lish ehtimolligi 4.6% ni, uchta kvadratik xatolikdan katta xatolik bo'lishi ehtimolligi 0.3% ni tashkil etadi.

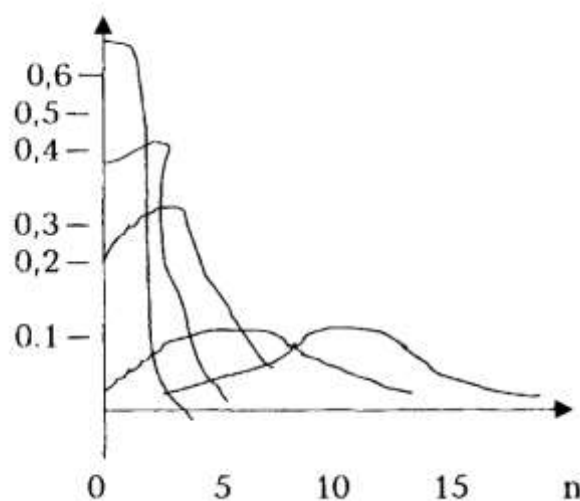
Shunga asosan ko'pincha, ayrim o'lchash natijalari o'rtacha kattalikdan uchtdan ortiq o'rtacha kvadratik xatolikka farq qilsa, bunday natija tashlab yuboriladi. Bu ishni takror o'lchashlar soni ko'p bo'lgan taqdirdagina qilish mumkin. Agarda takror o'lchashlar soni kam bo'lsa (1) va (2) munosabatlardan olingan natijalar, katta xatolar mumkinligi haqidagi fikr to'g'risida noto'g'ri xulosaga olib keladi. Masalan, aniq hisoblash shuni ko'rsatadiki, takror o'lchashlar soni besh marta bo'lsa ikki karra kvadratik xatolikdan katta bo'lish ehtimolligi 12%, uch karra kvadratik xatolikdan katta bo'lish ehtimolligi 4% tashkil etadi. Bu qiymatlar (2) munosabatdan mos ravishda 4.6% va 0.3% teng edi.

O'lchashlarning statistik xatoligi. O'lchanayotgan kattaliklarning o'zi ehtimollik xarakteriga ega bo'lishidan kelib chiqadigan xatolik, boshqa tasodifiy xatoliklar orasida sezilarli rol o'ynaydi. Statistik xatolik, o'lchalanayotgan kattalikning o'rtacha qiymat atrofida fluktuatsiyasi tufayli hosil bo'ladi. Fluktatsiyaning ro'y berishiga asosiy sabab, moddalarning diskret, atom strukturasiga ega bo'lishidir va o'lchashlar soni qanchalik kam bo'lsa, u shunchalik aniq seziladi. Yadro nurlanishlarini qayd qilgichlarda o'lchashlar olib borilganda, sanash tezligi kam vaqtda, fluktuatsiya xatolikning asosiy manbai bo'lib qoladi.

Biz ko'rayotgan hol uchun, fluktuatsiyaning taqsimot funksiyasi Puasson formulasi bilan beriladi, qaysiki, dispersiyani hisoblash imkonini beradi. Qayd qilgichga vaqt birligida tushayotgan o'rtacha zarralar soni n bo'lsa t vaqt ichida N zarralar tushish ehtimolligi Puasson formulasi bilan ifodalaniladi.

$$W(N) = \exp(-nt) \frac{(nt)^N}{N!} \quad (3)$$

n ning turli qiymatlari $W(N)$ ning N ga bog'lanishi 1-rasmda ko'rsatilgan. n ortib borishi bilan taqsimot maksimumi silliqlashib boradi va egri chiziqning o'zi $N = nt$ ga nisbatan simmetrik ko'rinishiga yaqinlashadi. N ning katta qiymatida grafik simmetrik, n ning kichik qiymatida aksincha, keskin asimmetrik ko'rinishiga ega.



1-rasm. n ning turli qiymatlari $W(N)$ ning N ga bog'lanishi

$W(N)$ ifodasidan ko'rinadiki n ning ixtiyoriy qiymatlarida N ning har qanday qiymati mavjud bo'lishi mumkin ekan. Lekin hamma hodisalar ham bir xil tez-tez sodir bo'lmaydi. Agarda N ning qiymati nt ga yaqin bo'lsa, $W(N)$ ehtimollik katta, aks holda ehtimollik kichik bo'ladi. Shuning uchun, tasodifiy kattalik N ni o'rtacha qiymatidan (nt) chetlatishini baholash maqsadida yangi kattalik kiritishga to'g'ri keladi (fluktuatsiya o'lchovi). Bunday chetlanish o'lchovi dispersiya $D(N)$ hisoblanadi. Berilgan taqsimotning dispersiyasini $D(N)$ ya'ni N ning o'rtacha qiymatidan ($N = nt$) o'rtacha kvadratik chetlatishini hisoblaymiz.

$$D(N) = \sum_0^{\infty} (N - \bar{N})^2 = e^{-\bar{N}} \sum_0^{\infty} (N - \bar{N})^2 \frac{\bar{N}^N}{N!} = e^{-\bar{N}} \sum_0^{\infty} \left[\bar{N} \cdot \frac{N \cdot \bar{N}^{N-1}}{(N-1)!} - 2\bar{N}^2 \frac{\bar{N}^{N-1}}{(N-1)!} + \bar{N}^2 \frac{\bar{N}^N}{N!} \right]$$

Yig'indining ikkinchi va uchinchi hadlari quyidagiga teng:

$$-2\bar{N}^2 e^{\bar{N}} + \bar{N}^2 e^{\bar{N}} = -\bar{N}^2 e^{\bar{N}}$$

Birinchi hadi quyidagiga teng:

$$\sum_0^{\infty} \bar{N} \frac{N \cdot \bar{N}^{N-1}}{(N-1)!} = \sum_2^{\infty} \bar{N}^2 \frac{\bar{N}^{N-2}}{(N-2)!} + \sum_1^{\infty} \bar{N} \frac{\bar{N}^{N-1}}{(N-1)!} = \bar{N}^2 e^{\bar{N}} + \bar{N} e^{\bar{N}}$$

Natijada quyidagini olamiz.

$$D(N) = e^{-\bar{N}} (N^2 + \bar{N} - \bar{N}^2) e^{\bar{N}} = \bar{N} \quad (4)$$

Shunday qilib zarralar sonining dispersiyasi t vaqt intervalida qayd qilgichga tushgan zarralar soning o'rtacha qiymatiga teng. Haqiqiy o'rtacha qiymat noma'lum shuning uchun dispersiyani zarralar soniga tenglashtirib olamiz $D(N) = N$. Sanalgan zarralar sonining o'rtacha kvadratik xatoligi dispersiyaning kvadrat ildiziga teng. Qayd qilingan zarralar soni ko'p bo'lganda Puasson taqsimoti Gauss taqsimotiga o'tadi. Bunda dispersiya $D(N) = N$ qoladi.

$$W(N)dN = \frac{1}{\sqrt{2\pi\bar{N}}} \exp\left[-\frac{(N-\bar{N})^2}{2\bar{N}^2}\right] dN$$

Zarralar o'rtacha soni ortib borishi bilan taqsimot kengligi sekin ortib boradi. Boshqacha qilib aytganda, o'rtacha kvadratik xatolik nt ortishi bilan ortadi, ammo, nisbiy xatolik zarralar sonidan olingan kvadrat ildiziga teskari proporsional ravishida kamayib boradi.

$$\delta = \frac{\sigma}{N} = \frac{\sqrt{N}}{N} = \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Bu ifodadan, oldindan berilgan nisbiy xatolik uchun zarralar sonini hisoblash mumkin:

$$N = \frac{1}{\delta^2}$$

Shunday qilib, zarralar sonini 10% nisbiy xatolik bilan o'lchash zarur bo'lsa, qayd qilgichda 100 ta zarra sanalishini kutish kerak.

Statistik xatolik 1% bo'lishi uchun zarralarni sanashlar soni 10^4 ta, 0.1% bo'lishi uchun esa 10^6 zarralarni qayd qilishi kerak. Agarda t vaqt ichida N ta zarralar qayd qilingan bo'lsa, shu vaqt ichida qayd qilingan o'rtacha zarralar soni 68.3% ehtimollik bilan $N - \sqrt{N}$ dan $N + \sqrt{N}$ gacha oraliqda bo'ladi.

Ikkita kattalikni yig'indisi yoki ayirmasining o'rtacha kvadratik xatoligi teng bo'ladi.

$$\sigma(X_1 \pm X_2) = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

Agarda t vaqt oralig'ida N zarralar qayd qilingan bo'lsa, vaqt birligida qayd qilingan o'rtacha zarralar soni ya'ni sanash tezligi $n = N/t$ ga teng. Sanash tezligining dispersiyasi quyidagi ifodadan topiladi,

$$\sigma_n^2 = \frac{\sigma_N^2}{t^2} = \frac{nt}{t^2} = \frac{n}{t}$$

O'rtacha kvadratik xatolik,

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n}{t}}$$

Nisbiy xatolik,

$$\delta_n = \frac{\sigma_n}{n} = \frac{\sqrt{n/t}}{n} = \frac{1}{\sqrt{nt}} = \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Tajriba natijalarini keltirganda hamma vaqt o'rtacha kvadratik xatolik bilan birga keltirish kerak. Agarda natijalar grafik ko'rinishda keltirilsa, har bir nuqta uchun o'rtacha kvadratik xatolik 1-rasmdagidek ko'rsatiladi.

MUNOZARALAR

O'lchangan kattalik sifatida sanash tezligini olamiz: Shunday bo'lsinki, turli vaqt intervallarida qayd qilingan zarralar soni, ya'ni tajriba natijalari berilgan.

$$N_1 \pm \Delta N_1, \dots, N_2 \pm \Delta N_2, \dots, N_i \pm \Delta N_i, \dots, N_r \pm \Delta N_r$$

bu yerda, ΔN_i o'rtacha kvadratik xatolik. Sanash tezligini va o'rtacha kvadratik xatoligini hisoblaymiz.

$$n_i = \frac{N_i}{t_i}, \quad \Delta n_i = \frac{\sqrt{N_i}}{t} = \sqrt{\frac{n_i}{t_i}}$$

Shu sanash tezliklarining optimal qiymatini, ya'ni o'rtacha vaznli qiymatini aniqlash talab etiladi. Buning uchun quyidagi ko'rinishidagi kattalikni tuzamiz.

$$X^2 = \left(\frac{n_1 - n}{\Delta n_1}\right)^2 + \left(\frac{n_2 - n}{\Delta n_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{n_r - n}{\Delta n_r}\right)^2$$

Eng katta o'xshashlik tamoyili o'ta kam kvadratlar uslubiga olib keladi, ya'ni quyidagi kattalikni minimum qiymatini topish kerak

$$X^2 = \sum_i \left(\frac{n_i - n}{\Delta n_i} \right)^2 = \min$$

Oldingi noma'lum bo'lgan kattalik n ni shunday qiymatini topish kerak, bunda yig'indi minimum bo'lishi kerak. Quyidagi tenglama $dx^2 / dn = 0$ tuzilib, uni n ga nisbatan yechib, n ning optimal qiymati topiladi.

$$n_{\text{opt}} = \frac{\sum P_i n_i}{\sum P_i}; \quad P_i = \left(\frac{1}{\Delta n_i} \right)^2$$

n_{opt} qiymatini o'rtacha vaznli kattalik deyiladi, $P_i = 1/\Delta n_i^2$ ayrim o'lchangan n_i kattalikni vazni deyiladi. Demak, kattalikni o'rtacha kvadratik xatoligi qanchalik kichik bo'lsa, uning vazni shunchalik katta bo'ladi.

O'rtacha vaznli kattalik uchun ikki xil o'rtacha kvadratik xatolikni hisoblash tavsiya etiladi:

a) chetlatishlar xisobi: $\Delta n_p = \sqrt{\frac{\sum P_i (n_i - n)^2}{(r-1) \sum P_i}}$ $r - n_i$ kattalikni qiymatlari soni.

b) vaznli xatolik $\Delta n_e = \sqrt{\frac{1}{\sum P_i}}$ Δn_p bir-biriga bog'liq bo'lmagan qiymatlar.

Chetlatish o'rtacha kvadratik xatolik nol bo'lishi mumkin, agarda tasodifiy chetlatishlar nol bo'lsa, vaznli o'rtacha kvadratik xatolik hech vaqt nol bo'lmaydi, u takror o'lchashlar soni ortishi bilan kamayib boradi. O'rtacha vaznli kattalikning xatoligi sifatida ikki xil kvadratik xatolikdan kattasini qabul qilish tavsiya etiladi.

XULOSA

Odatda xatoliklar Δn_p va Δn_e bir-biriga yaqin chiqishi kerak. Agarda $\Delta n_p \ll \Delta n_e$ bo'lsa, o'rtacha kvadratik xatolik Δn_e eksperimental qiymati katta olinganidan darak beradi, yoki tasodifiy Δn_p kichkina chiqqan bo'lishi mumkin. Agarda $\Delta n_p \gg \Delta n_e$ bo'lsa, bunga Δn_p ni ortiruvchi jiddiy sabablar bo'lishi mumkin, u holda ularni aniqlash kerak, yoki o'rtacha kvadratik xatolik Δn_p kichkina olingan bo'lishi kerak.

Yuqoridagilardan ko‘rinadiki, atom energetikasida yadro reaksiyalari, uning imkoniyatlarini baholash, yadro va boshqa turdagi energiya manba‘larini ijtimoiy iqtisodiy hayotdagi muhim xarakteristikalarini o‘zaro taqqoslashga imkon beruvchi va o‘lchanayotgan kattaliklarning o‘zi ehtimollik xarakteriga ega bo‘lishidan kelib chiqadigan xulosalar jarayonlarning statistik xarakterini [7-10] o‘rganishda katta ahamiyatga ega ekan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Насриддинов К., Порсакхонов А., Мансурова М. Элементар зарралар физикаси. 2006. Электрон қўлланма. www.педагог.уз
2. Каноков З., Караходжаев А.К., Насриддинов К.Р., Полвонов С.Р. Атом ва ядро физикасидан лаборатория ишлари. Ўқув қўлланма. ЎЗМУ. 2007.
3. Yusupov D.A. "Atom yadrosi va yelementar zarralar fizikasining yeksperimental usullari". Uslubiy qo'llanma. – Namangan, 2016. – 156 b
4. Yusupov D.A., Qo'chqorov H.O. Turli xildagi yenergiya manba'lari xavfsizlik va istiqbol darajalarini taqqoslash orqali o'rganish usullari // Zamonaviy ta'lim. Metodik jurnal. – Toshkent, 2022. - №5. – B. 16-24 (13.00.00, № 10).
5. Абрамов А.И. и др. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М. Энергоатомиздат, 1985.
6. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Книги 1,2. М.: Энергоатомиздат, 1993.
7. Obidzhonovich Z. I., Turgunboyevich I. S. Programming algorithm for approximate solution of newton's equation of motion //Science and innovation. – 2024. – T. 3. – №. A2. – C. 109-115.
8. Boyturayeva G., Zakhidov I. Orienting 7th-Grade Students Towards Career Choices Through Interdisciplinary Teaching of Physics //Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali. – 2025. – T. 3. – №. 3.
9. Turdaliyev U. V. Ergonomic requirements of the mobile set designed for performing laboratory exercises of the optics course of physics //science. – 2025. – T. 4. – №. 1-1. – C. 41-45.
10. Turdaliyev U. STEAM ta'lim texnologiyasining optika bo'limini o'qitishdagi samaradorligi //Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali. – 2025. – T. 3. – №. 7.