



MA'LUMOTNI UZATISH VA QAYTA ISHLASHNING ISHONCHLILIGINI OSHIRISH TAMOYILLARI

Ismoilov M.T. ¹[0000-0002-6469-0085], *Shaymamatova N.T.* ²[0009-0009-4539-7359]

¹Navoi state university of mining and technologies, associate professor, department of metrology, standardization and certification, PhD in technical sciences, E-mail: imuxriddint@mail.ru

²Navoi state university of mining and technologies, master's department of metrology, standardization and certification, E-mail: shaymamatovan@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy tizimlarda ma'lumotlar nazariyasining o'rni tahlil qilingan. Intellectual teskari aloqali energetik axborot tizimining sxemasi ko'rsatib o'tilgan. Xabarlarini uzatish tezligining fraktal hisobi jarayoni keltib o'tilgan. Axborot ishonchliligi tenglamalari taklif etilgan. Androv va Shennon fikrlari umumiylik ko'rsatilgan va bu asosida ma'lumotlarni saqlanish prinsipi ko'rsatib o'tilgan. Ma'lumotlar bazasining entropiyali uslubi haqida to'xtalib o'tilgan. Tizimlarni loyihalashning multiagentli prinsipining rivojlanishiga alohida e'tibor berilgan.

Kalit so'zlari: Intellectual teskari aloqa, tizim, axborot tezligi fraktali, ishonchlilik, ma'lumot saqlanish qonuni, Shennon entropiyasi.

Аннотация. Проанализирована роль теории информации в современных системах. Представлена схема интеллектуальной энергетической информационной системы с обратной связью. Описан процесс фрактального расчета скорости передачи сообщений. Предложены уравнения достоверности информации. Показана общность взглядов Андроу и Шеннона, на основе чего продемонстрирован принцип сохранения данных. Рассмотрен энтропийный метод работы с базами данных. Особое внимание уделено развитию мультиагентного принципа проектирования систем.

Ключевые слова: Интеллектуальная обратная связь, система, фрактальная скорость информации, надежность, закон сохранения данных, энтропия Шеннона.

Annotation. The role of information theory in modern systems is analyzed. A schematic of an intelligent feedback-based energy information system is presented. The process of fractal calculation for message transmission speed is described. Equations for information reliability are proposed. The commonality of Androv's and Shannon's ideas is demonstrated, and based on this, the principle of data preservation is explained. The entropic method of databases is discussed. Special attention is given to the development of the multi-agent principle in system design.

Key words: Intellectual feedback system, fractional information velocity, reliability, data conservation law, Shannon entropy.

Kirish

Bugungi kunda zamonaviy yo'nalishlardan biri bo'lgan kompyuterli loyihalash, tizimli tahlil, qaror qabul qilishlar axborotlar nazariyasi usullaridan foydalangan holda rivojlanmoqda. [1-4] ishlarida axborot masalariga taulliqli masalalar yani ya'ni axborotni uzatish va qabul qilishdagi xatoliklar ko'rib chiqilgan.

Bu turdagi tizimlar qayta ishlash blokida teskari aloqa tufayli ma'lumotlarni yig'ilishini o'zi tashkil qilishi bilan xarakterlanadi. Ma'lumotlar oqimining oshishi ekspluatatsiya rejimlarining o'zgarishida tizimga ta'sir etadigan tashqi ta'sirlar bilan xarakterlanadi.

Uslubiyat

Axborot tizimlari ma'lumotlar hajmining oshishi bilan xarakterlanadi. K.Shennonning entropiya tushunchasi ayni paytda umumiy maqsadda birlashtirilgan o'zaro bog'liq tizimlarning yaxlit bir boshqaruv prinsipi bilan ishlashi bilan farqlanadi. Misol uchun ishlab chiqarishdagi biron bir mahsulotni ishlab chiqarishdagi tizim yuqori murakkabdagi o'lchash tizimi ekanligi bilan xarakterlanadi. Bunday tizimlarni tahlil qilishdagi yuzaga keladigan



qiyinchiliklar dalillarning yuqoriligi va butun tizimda vujudga keladigan noaniqliklarning mavjudligi va tashqi ta'sir va odamlarga bog'liqligi bilan xarakterlanadi. A.I.Gubinskiy, V.V.Petrov, Dj.Rosslarning ishlarida bu haqda yoritilgan ammo umuman olganda bu muammo hali o'z tadqiqotchilarini kutmoqda. Murakkab tizimning umumiy axborot oqimi barcha tizim osti jarayonlarning axborot oqimi bilan tavsiflanadi. Axborot oqimi va energiya oqimi tushunchasi bir biriga yaqinligi bilan xarakterlanadi. Bu jarayonni aniqlash mumkin bo'lgan yo'nalish termodinamik entropiya va axborot oqimlarini tizimga tashqi manbalardan keladigan energiya bilan birgalikda ifodalaydigan Gibbsning statistik formulasini keltirib o'tish mumkin [5].

Muhokamalar

Avtomatlashtirilgan tizimlarga aytilganlar aniq interfeyslar, boshqaruv hisoblash tizimlaridan, intellektual element yoki agentlardan tarkib topgan tizimlardan integrallashgan strukturali tizimlarga o'tish imkoniyatini yaratadi. Boshqariluvchi va intellektual tizimlarni birlashtirish boshqaruv jarayonlarini tavsiflovchi sozlamalari orqali teskari aloqali bog'lanishni hosil qilish bilan tavsiflanadi. Teskari aloqa intellectual tizimga intuitiv metodologiyani ishlatish imkonini beradi. Intellektual tizimlarda saqlanuvchi ma'lumotlar bazasi boshqaruvchi o'zgaruvchilarni shakllantirishda ishlatilishi mumkin [6].

1-rasmda intellectual axborotli teskari aloqali avtomatlashgan tizim sxemasi keltirilgan. Axborotlar oqimi dekompozitsiyasi va entropiyali fraktallarning energetik balansi prinsipini ishlatib, tizimlardagi aloqadorlikni hisoblab 1-rasmda ko'rsatilgan sxemaning ma'lumotni saqlashdagi umumlashgan tenglamasini quyidagicha yozish mumkin.

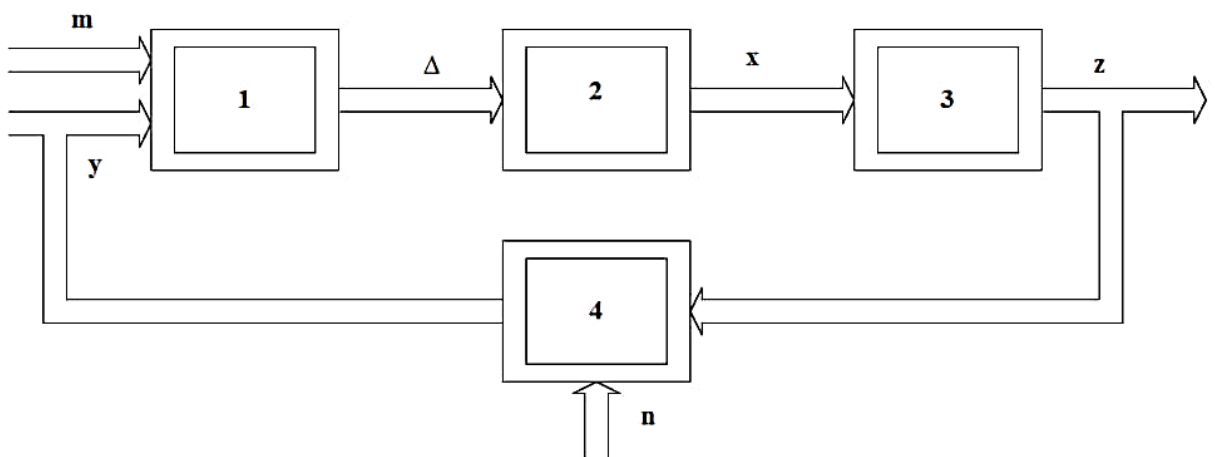
$$Y(z, m) + \Delta H_c = Y(\Delta, m) + \Delta H_{1c} + Y(x, \Delta) + \Delta H_{2c} + Y(x, z) + \Delta H_{3c} + Y(y, z) + \Delta H_{4c} + Y(\Delta, y) + \Delta H_{5c} \quad (1)$$

Bunda $Y(j, i)$ axborotga mos bo'lgan miqdorlar; ΔH_j -entropiyani elementar fraktali.

$$\Delta H_c \leq \sum_{n=1}^5 \Delta H_{nc} = const; \Delta H_{nc} = var$$

Entropiya fraktali tizimlarning parametrlari o'zgarishiga, axborotlarning buzilishiga bog'liq bo'lib quyidagi tenglik orqali aniqlanadi.

$$\Delta H_{nc} = \frac{1}{2} \log 2\pi e (m\delta_{an}^2 + m\delta_{bn}^2 + m\delta_{cn}^2)$$



1-rasm. Intellektual teskari aloqali tizimni axborot energetik shaklda tasvirlanishi sxemasi. 1- aloqa kanalining xatoligi bo'yicha ma'lumotni shakllanishi; 2- boshqaruv tizimi; 3-boshqaruv obyekti; 4- murakkab tizim; Δ - aloqa kanali xatosi; x- boshqaruvchi parametr qiymati; m- foydali signal; y- tashqi xalaqitlar; z- boshqariladigan parametr haqidagi ma'lumot; y- intellektual tizim tomonidan



shakllanadigan qaror ko'rinishidagi ma'lumot; n- murakkab tizim tomonidan qaror qabul qilish uchun shakllangan qo'shimcha ma'lumot [7].

an, bn, cn – nli buzadigan xalaqitlar, axborotni kirish chiqish parametrlari, $\delta_{an,bn,cn}^2$ – bu parametrlarni o'rtacha kvadratik chetlanishi $m\delta^2$ – tegishli kattaliklarning matematik kutilmasi.

an, bn, cn parametrlarni taqsimlanishi normal taqsimot bo'yicha aproksimiyatsiyalash mumkin deb hisoblaymiz. U holda (1) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$Y(z, m) + \Delta H = const \quad (2)$$

Umumlashgan axborot tenglamasi (2) ni axborot tizimida Nyuton mexanikasi qonunlari analogi sifatida ya'ni inertsia qonuni sifatida qarash mumkin. Bunday tashqari (2) tenglama Andronov prinsipiga mos tushadi. Bu prinsipga ko'ra, tizimga tashqi manbalardan kelayotgan energiya qiymati yo'qotilayotgan energiya qiymatiga to'liq ravishda mos keladi.

Bundan tashqari, (2) tenglama Andronov prinsipiga muvofiq keladi. Bu prinsipga ko'ra, tizimga tashqi manbalardan uzatilayotgan energiya miqdori tizim tomonidan yo'qotilayotgan energiya hajmiga to'liq mos keladi. Boshqacha aytganda, energiya kirimi uning tarqalishiga mutanosibdir. Boshqacha aytdanganda kirishdagi energiya chiqishdagi energiya miqdoriga teng. (2) da entropiya fraktallari boshqariladigan o'zgaruvchining hisobga olinmaydigan yo'qolishlarini ham xarakterlaydi bu nochiqliklardan oqibatida yuzaga keladi [8].

Bu jihatdan (2) tamoyil Shennon va Andronov fikrlarining umumiylikni aniqlash imkonini beradi. Rostdan ham, axborotni qayta ishlash tizimlarini tahlil qilishda, odatda, tarkibiy quyi tizimlar sezilarli nochiqliklardan iborat deb hisoblanadi. Bunday holda kichik tizimlarning tahlili va sintezi soddalashadi va chiziqli model asosida amalga oshiriladi. Shuningdek, turli kichik nosezuvchanlik zonalari, gisterezis turidagi chegaralar, releli effektlar yetakchi chetlanishlarni keltirib chiqarmaydi deb hisoblanadi. Ammo, qoida tariqasida, Kulon ishqalanishi turidagi nochiqliklardan, tasodifiy gisterezis tarmog'iga ega bo'lgan xarakteristikalar va boshqalar doimo mavjud bo'lib, ular signallarni shaklini o'zgarishi jarayonini sezilarli darajada buzib, ularning taqsimlanish qonunlariga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bunday holda axborotni miqdoriy baholash va entropiya uchun nochiqliklikka tasodifiy signalni joylashtirishimiz lozim misol uchun giteresiz qismiga [9].

Bundan tashqari, bunda zanjir kengligi ham muhimdir. Bu holda entropiya va axborotning klassik tushunchalari haqidagi ma'lumotlar yetarlicha bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun hozirgi vaqtda ishlab chiqilayotgan superentropiya va superinformatsiyalar prinsipi foydali bo'lishi mumkin [10].

Shakllangan printsip axborot tizimlari va axborot oqimlari o'rtasida aloqa bog'lashga xizmat qiladi. Bu axborotni uzatish, qayta ishlash, o'zgartirish tizimlarida amalga oshadi. Shunday qilib axborotlar nazariyasi usullari ish qobiliyatidagi minimal xatoliklar va avtomatlashtirilgan tizimlarining maksimal qayta ishlay oladigan axborotlar miqdori bilan ekvivalentlik usullari orasidagi aloqadorlikni aniqlaydi. Bu esa axborotlar ishonchligini oshirish va xatoliklar qiymatini kamayishtirish imkoniyatini beradi.

1-tenglamani quyidagi shaklda o'zgartiramiz.

$$Y(\Delta, K) + \Delta H_{cK} = Y(\Delta, m) + \Delta H_{1c} + Y(x, \Delta) + \Delta H_{2c} + Y(x, z) + \Delta H_{3c} + Y(\Delta, y) + \Delta H_{4c} + Y(\Delta, y) + \Delta H_{5c} \quad (3)$$

$$\Delta H_{cK} \leq \Delta H_{1c} + \Delta H_{2c} + \Delta H_{3c} + \Delta H_{5c}; \quad (4)$$

Bunda K– umumlashgan axborot parametri; $Y(\Delta, K)$ – tizim to'g'ri kanalining xatoligini aniqlovchi axborot, $\Delta H_{cK} - \Delta i(t)$ xatoliklar bo'yicha qisqartirilgan balansli entropiya fraktali. (3) ifoda intellektual teskari aloqali tizimning xatoligini baholashning axborotli tenglamasi sifatida ifodalanishi mumkin.

(1) tenglamadan (3) va (4) tenglamani hisobga olib quyidagi tenglamani hosil qilamiz.



$$Y(z, m) + \Delta H_c = Y(\Delta, K) + \Delta H_{cK} + Y(y, z) + \Delta H_{4c},$$

Quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$Y(\Delta, K) + \Delta H_{cK} = Y(z, m) - Y(y, z) + [\Delta H_{4c} - \Delta H_{4c}], \quad (5)$$

Axborotlar yo'qolishi minimum kriteriyasini hisobga olib vazifa $Y(\Delta, K)$ ni minimallashtirishga taqaladi. Bu to'g'ri kanal xatoligini aniqlaydi va $K(t)$ kattalik qiymatini hosil qilishga xizmat qiladi. Bunda $\Delta(t)$ signal aniqligi $p(\Delta/K)$ yoki $p(K/\Delta)$ taqsimot qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$H_\varepsilon(K) = \min Y(\Delta, K) + \min \Delta H_{cK}$$

$$\{extr p(Q/\Delta)\} \quad (6)$$

Akademik A.N. Kolmogorov bo'yicha (6) ifoda $K(t)$ epsilon-entropiya jarayoning ifodasidir.

Bu $K(t)$ jarayonda epsilon-entropiyani qo'llash imkoniyatini beradi. Bu orqali tizimni ishonchligini epsilon-entropiya orqali baholash imkoniyati yaratiladi. Kriteriya bo'yicha (6) ifoda axborot uzatish kanalining signal tezligi xatoligining minimum kriteriyasi hisoblanadi. (6) ni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz.

$$H_\varepsilon(\Delta) = Y(\Delta, K) + \Delta H_{cK} \rightarrow \min \quad (7)$$

$$p(K/\Delta) \rightarrow extr$$

(6) va (7) tengliklarni hisobga olib $Y(z, m)$ belgilangan axborot hajmida (5) tenglik quyidagi ko'rinishda yoziladi:

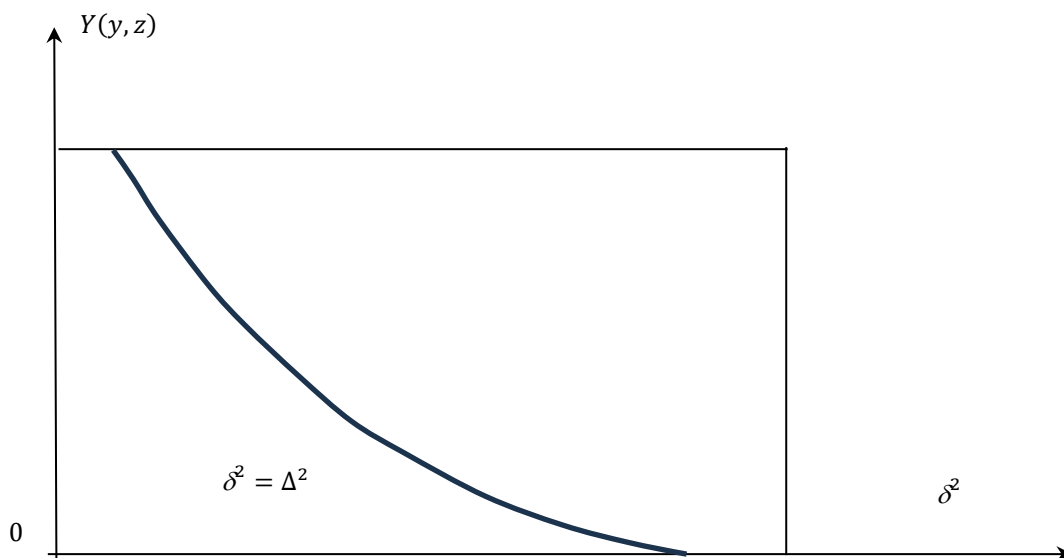
$$\min[Y(\Delta, K) + \Delta H_{cK}] = Y(z, m) + \Delta H_c - \max[Y(y, z) + \Delta H_{4c}] \quad (8)$$

(8) tenglikdan $Y(y, z)$ ma'lumot oqimini intellektual teskari aloqa orqali maksimallashtirish zaruriyati paydo bo'ladi. [7] da ergonomiklik, additivlik va superpozitsiya tamoyili gipotezalariga amal qilgan holda teskari aloqali tizim orqali axborot uzatish tezligining maksimumiga ixtiyoriy spektrli $y(t)$ va $z(t)$ gauss jarayonlari orqali erishiladi. Ayon bo'ladiki, $\Delta(t)$ va $\Delta(K)$ signallar normal holda bo'lganda $\Delta(t)$ axborot tezligi signali xatoligi minimum darajada bo'ladi. U holda $Y(y, z)$ axborot miqdorini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin bo'ladi.

$$Y(y, z) = \frac{1}{2} \log \frac{y^2}{\Delta^2} = \frac{1}{2} \log \frac{\delta^2}{\Delta^2} \quad (9)$$

Δ^2 to'g'ri aloqa kanalli axborot tizimlarida o'zgartirish xatoligining o'rtakvadratik chetlanishi.

$\delta^2 - y(t)$ signal dispersiyasi; $y(y, z) - y(t)$ signal haqida axborotga ega bo'lgan $z(t)$ signal ma'lumoti o'rtacha miqdori.



2-rasm. $Y(y, z)$ zirkulashgan axborot oqimlarining Δ^2 xatolik kattaligiga bog'liqligi.



2-rasmda $Y(y, z)$ ma'lumot hajmining Δ^2 ga bog'liqligi aks etgan. 2-rasmdan ko'rinadiki $\delta^2 = \Delta^2$ da $Y(y, z)$ axborotning minimum o'rtacha qiymatiga ega bo'lamiz. Haqiqatdan $Y(y, z)$ ni entropiya orqali yozadigan bo'lsak

$$Y(y, z) = H(z) - H(z/y) \quad (10)$$

$Y(y, z)$ – qabul qilingan axborotning o'rtacha miqdori; $H(z)$ – uzatilgan axborotning o'rtacha miqdori; $H(z/y)$ – yo'qotilgan axborotning o'rtacha miqdori; Bu xulosaga (10) tenglama orqali kelish mumkin. Qabul qilingan axborotning miqdori qancha ko'p bo'lsa tizim ishonchliligi shuncha yuqori bo'ladi. Buni Δ^2 ga bog'liq bo'lgan $Y(y, z)$ monoton xarakter tavsiflaydi. $Y(y, z)$ axborot maksimumi Δ^2 minimum kattaligiga mos keladi. Intellectual teskari aloqali tizimning ishonchlilik tenglamasini epsilon-entropiya tilida tasvirlash mumkin:

$$\min[H_e(\Delta) + \Delta R_{c\Delta}] = H_e(m) + \Delta R_c - \max[H_e(y) + \Delta R_{4c}]$$

Bunda ΔR_c – mos signallar axborot tezligining fraktallari. ΔR_c ni hisoblash ΔH_c hisoblashga o'xshash va ma'lumot uzatish entropiyasi tezligini hisobga olishga bog'liq.

Xulosa

$Y(y, z)$ axborot miqdori teskari aloqa kanalining o'tkazuvchanlik qobiliyati bo'yicha Shennonning qonuniyati bilan uyg'un. Bundan quyidagicha xulosaga kelishimiz mumkin. Birlik vaqt mobaynida teskari aloqali tizim yoki intellektual tizim ma'lumotlar bazasidagi axborot hajmi kanalning o'tkazuvchanlik qobiliyatiga yaqinligi butun axborot tizimi strukturasini o'zgartirishdagi minimal xatolikni ta'minlashi mumkin. Bunday holatda $\Delta(t)$ to'g'ri kanal tizimlarida minimal xatolik qiymatiga erishadi. Eng oddiy holatlarda, agentlarning refleksiv xatti-harakati "shart-harakat" vaziyat strategiyasi orqali aniqlanadi, bunda "agar-u holda-aks holda" tarzidagi ishlab chiqarish qoidalari qo'llaniladi. Agentlarning refleksiv dinamika holati bir necha faktorlarning o'zgarishi shartlari ketma-ketligi bilan xarakterlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1.] Tan L. and Jiang, J. Digital signal processing: fundamentals and applications. // Academic Press. -2018- 457 p.
- [2.] Jumaev, O. A., and Ismoilov, M. T. Filtering errors in primary sensor signals. // E3S Web of Conferences EDP Sciences. -2023- V. 417, -P. 05008
- [3.] Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович, Жумаев Одил Абдужалилович, Махмудов Фиёсжон Бақоевич, Исмоилов Мухриддин Тўлқин Ўғли Ноаниқ мантиқ асосида интеллектуал бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш // Journal of Advances in Engineering Technology. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/noani-mantiq-asosida-intellektual-bosh-arish-tizimlarini-ishlab-chi-ish>
- [4.] Jumaev O., Karpovich D., Ismoilov M., Makhmudov G., Sayfulin R. Algorithms to improve system reliability // In E3S Web of Conferences 2025 Vol. 627, p. 04008. EDP Sciences.
- [5.] Ахатов, А.Р. and Холмонов, С.М., Повышение достоверности передачи и обработки временного ряда путем фильтрации нестационарных составляющих // Проблемы вычислительной и прикладной математики, 2018. (1), pp.90-99.
- [6.] Жуманов, И.И. and Бекмуродов, З.Т., Повышение достоверности данных нестационарных объектов на основе параметрического регулирования и обобщения свойств нечеткой логики. // Проблемы вычислительной и прикладной математики, 2016. (3), pp.28-38.
- [7.] Куприянов, В.В. and Герасимов, В.С., Пути повышения достоверности обработки и передачи информации в автоматизированных системах информации. Восточно-европейский научный журнал, 2016. 14(3), pp.33-37.



[8.] Jumaev O.A., Ismoilov M.T., Pulatov V.B. and Turaboev S.R., Algorithms for increasing the efficiency of information processing in continuous channels. // In Journal of Physics: Conference Series 2025, Vol. 3027, No. 1, p. 012034 IOP Publishing.

[9.] Золотарёв, В.В. and Овечкин, Г.В., Применение многопороговых методов декодирования помехоустойчивых кодов в высокоскоростных системах передачи данных. // Электросвязь, 2014 (12), ст.10-14.

[10.] Ismoilov, M., Rakhimov, A., Abjalilov, O., Ravshanov, F. and Qalandarov, A., Analysis of a modern method for calibrating resistance thermometers. // In E3S Web of Conferences 2025. (Vol. 627, p. 04004). EDP Sciences.