INSON ISHTIROKIDAGI RENTGEN O‘LCHASH-NAZORAT TIZIMLARINING NAZARIY VA METROLOGIK ASOSLARI

Ibraximov Ulug‘bek Abidjanovich
Bojxona instituti Bojxona nazoratining
texnik vositalari o‘quv laboratoriyasi boshlig‘i
https://doi.org/10.5281/zenodo.22303549

Annotatsiya
Maqolada inson ishtirokidagi rentgen o‘lchash-nazorat tizimlarining nazariy va metrologik asoslari tadqiq etilgan. Rentgen tasvirlarini tahlil qilish jarayoni inson va texnik vositalarning o‘zaro ta’siriga asoslangan murakkab axborot-o‘lchash tizimi sifatida qaralgan. Tadqiqot natijalari inson omilining rentgen nazorati samaradorligiga ta’siri, kognitiv noaniqlik manbalari va operator ishonchliligini baholash mezonlarini aniqlash imkonini berdi. Inson ishtirokidagi rentgen tizimlarining ishonchliligini baholash uchun kognitiv ishonchlilik tushunchasini qo‘llash asoslangan.
Kalit so‘zlar: rentgen nazorati, inson omili, kognitiv ishonchlilik, metrologiya, inspeksion ko‘rik kompleksi, nointruziv tekshiruv, operator xatosi, bojxona nazorati.

KIRISH

Bugungi kunda xalqaro savdo hajmining o‘sishi va chegara orqali harakatlanayotgan tovarlar oqimining ko‘payishi bojxona nazorati samaradorligiga bo‘lgan talablarni yanada oshirmoqda. Shu munosabat bilan nointruziv tekshiruv texnologiyalari, xususan, rentgen inspeksion ko‘rik komplekslari va rentgen-televizion qurilmalar bojxona organlari faoliyatining muhim tarkibiy qismiga aylandi [1].

Rentgen qurilmalari yuqori darajadagi texnik imkoniyatlarga ega bo‘lishiga qaramasdan, xavfli va taqiqlangan predmetlarni aniqlash bo‘yicha yakuniy qaror inson tomonidan qabul qilinadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, bir xil tasvir turli operatorlar tomonidan turlicha baholanishi mumkin. Bu holat inson omilini rentgen nazorati samaradorligini belgilovchi asosiy elementlardan biri sifatida ko‘rib chiqish zarurligini ko‘rsatadi [2].

Mavjud tadqiqotlarning aksariyati rentgen qurilmalarining texnik parametrlari va tasvir sifatini baholashga bag‘ishlangan bo‘lib, inson ishtirokidagi rentgen nazorati tizimlarining metrologik xususiyatlari yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu sababli mazkur tadqiqotning maqsadi inson ishtirokidagi rentgen o‘lchash-nazorat tizimlarining nazariy va metrologik asoslarini ishlab chiqish hamda inson omilining nazorat natijalariga ta’sirini baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA TADQIQOT USULLARI

Tadqiqot inson omili muhandisligi, kognitiv psixologiya, metrologiya va rentgen tasvirlarini tahlil qilish sohalaridagi ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida amalga oshirildi [3–5].

Tadqiqotda quyidagi usullardan foydalanildi:

- tizimli tahlil;
- qiyosiy tahlil;
- funksional modellashtirish;
- kognitiv modellashtirish;
- ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish;
- muallifning 2025–2026-yillarda olib borgan tadqiqotlari natijalarini umumlashtirish [6–10].

Tahlil obyekti sifatida bojxona organlarida qo‘llaniladigan rentgen-televizion qurilmalar va inspeksion ko‘rik komplekslarida operatorlar tomonidan rentgen tasvirlarini tahlil qilish jarayonlari qabul qilindi.

TADQIQOT NATIJALARI

Rentgen nazoratining funksional modeli

Tadqiqot natijalari rentgen nazoratini quyidagi ketma-ketlikda amalga oshuvchi axborot-o‘lchash tizimi sifatida qarash mumkinligini ko‘rsatdi:

Obyekt → Rentgen manbai → Detektor → Raqamli tasvir → Operator tahlili → Qaror qabul qilish.

Mazkur zanjirning texnik qismi yuqori darajada standartlashtirilgan bo‘lsa-da, operatorning kognitiv faoliyati turli omillarga bog‘liq holda o‘zgaruvchan xususiyatga ega.

Tahlillar natijasida rentgen nazoratidagi umumiy xatolarning sezilarli qismi inson omili bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi. Xususan, diqqatning pasayishi, charchoq, vaqt bosimi va xavfli obyektlarning kam uchrashi operator qarorlarining aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [4].

Kognitiv noaniqlik tushunchasi

Klassik metrologiyada noaniqlik manbalari asosan texnik vositalar bilan bog‘lanadi. Rentgen nazoratida esa qo‘shimcha ravishda kognitiv noaniqlik ham mavjud bo‘ladi.

Kognitiv noaniqlik operatorning:

- kasbiy tayyorgarligi;
- ish tajribasi;
- psixofiziologik holati;
- diqqat barqarorligi;
- vizual idrok xususiyatlari bilan belgilanadi.

Shu munosabat bilan inson ishtirokidagi rentgen tizimining umumiy ishonchliligi texnik va kognitiv ishonchlilik yig‘indisi emas, balki ularning o‘zaro ta’siri natijasi sifatida shakllanadi.

Operatorlarni tayyorlashning ahamiyati

Muallif tomonidan Simfox simulyatori yordamida o‘tkazilgan tadqiqotlar operatorlarning rentgen tasvirlarini tahlil qilish ko‘nikmalarini shakllantirishda simulyator texnologiyalari muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi [7].

Simulyatorlar yordamida:

- xavfli obyektlarni tanish tezligi oshadi;
- vizual idrok yaxshilanadi;
- qaror qabul qilish vaqti qisqaradi;
- operator xatolari kamayadi.

Bu esa operator tayyorgarligini rentgen nazoratining metrologik ta’minotining muhim tarkibiy qismi sifatida baholash imkonini beradi.

NATIJALAR MUHOKAMASI

Olingan natijalar inson ishtirokidagi rentgen nazoratini an’anaviy texnik o‘lchash tizimi sifatida emas, balki inson va texnik vositalarning o‘zaro ta’siriga asoslangan kognitiv-metrologik tizim sifatida qarash zarurligini ko‘rsatdi.

Muallifning rentgen tasvirlarini tahlil qilish samaradorligini oshirish, kognitiv ishonchlilik va sun’iy intellektdan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlari natijalari inson omilini hisobga olmasdan turib yuqori samaradorlikka erishib bo‘lmasligini tasdiqladi [6, 8, 9].

Xalqaro tajribada ham inson va avtomatlashtirilgan tizimlarning o‘zaro hamkorligi eng samarali yondashuv sifatida baholanmoqda [3, 5]. Shu sababli kelajakda rentgen nazorati tizimlarini baholashda operatorning kognitiv ishonchliligi alohida metrologik ko‘rsatkich sifatida qo‘llanilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Rentgen nazorati inson ishtirokida amalga oshiriladigan murakkab axborot-o‘lchash tizimi hisoblanadi.
2. Rentgen nazorati samaradorligi texnik qurilmalarning xususiyatlari bilan bir qatorda operatorning kognitiv imkoniyatlariga ham bog‘liq.
3. Inson omili rentgen nazoratida mustaqil metrologik noaniqlik manbai hisoblanadi.
4. Operatorlarni simulyatorlar asosida tayyorlash rentgen tasvirlarini tahlil qilish sifati va ishonchliligini oshiradi.
5. Kognitiv ishonchlilik tushunchasini rentgen nazorati tizimlarini baholash amaliyotiga joriy qilish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Customs Organization. Guidelines for Non-Intrusive Inspection Equipment. Brussels, 2023.
2. Schwaninger A., Sterchi Y. Visual Inspection Performance in Aviation Security Screening // Aviation Psychology and Applied Human Factors. 2015. Vol. 5(1). P. 45–56.
3. Parasuraman R., Sheridan T.B., Wickens C.D. A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 2000. Vol. 30(3). P. 286–297.
4. Wolfe J.M., Horowitz T.S., Kenner N.M. Rare Items Often Missed in Visual Searches // Nature. 2005. Vol. 435. P. 439–440.
5. Endsley M.R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems // Human Factors. 1995. Vol. 37(1). P. 32–64.
6. Ibrakhimov U.A. Human Cognitive Reliability in X-Ray Baggage Screening // Development of Science. 2026. Vol. 3. No. 6. P. 288–296.
7. Ibrohimov U. Improving the Efficiency of X-Ray Image Analysis by Customs Institute Cadets Using the Simfox Simulator // International Conference on Advance Science and Technology. 2025. Vol. 2. No. 5. P. 49–51.
8. Ibrakhimov U.A. Methods for Increasing the Efficiency of Human Interpretation of X-Ray Images in Customs Inspection of Hand Luggage and Baggage.
9. Ibrakhimov U.A. Optimization Issues in the Application of Non-Intrusive Technical Means in Customs Control. 2026.
10. Ibrakhimov U.A. Application of Artificial Intelligence in X-Ray Baggage Inspection for Customs Control: Review of Modern Opportunities and Challenges // Multidisciplinary Journal of Science and Technology. 2025. Vol. 5. No. 10. P. 26–29.