



"METALLURGIYA JARAYONLARINI BOSHQARISHDA
OPERATORNING KOGNITIV YUKLAMASINI
OPTIMALLASHTIRISHNING PSIXOLOGIK XUSUSIYATLARI

** Xudoyqulova Mohidil Odiljon qizi*

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent shahri;
Metallurgiya kafedrası 4/23- guruh 3-bosqich talabasi*

TDTU Psixologiya kafedrası katta o'qtuvchosi Mustafayeva I.N

Metallurgiya kafedrası dotsenti Mirzajonova S V

Аnnotatsiya. Mazkur maqola metallurgiya jarayonlarini real vaqt rejimida boshqarishda operatorning kognitiv yuklamasini optimallashtirishning psixologik xususiyatlarini tahlil qiladi. Tadqiqot maqsadi inson omili tufayli yuzaga keladigan xatolar xavfini kamaytirish va qaror qabul qilish sifatini oshirish uchun operatorning e'tibor, ishchi xotira hamda vazifa almashinuvi jarayonlarini ergonomik axborot muhitiga moslashtirishdir. Metodologiya sifatida kognitiv vazifa tahlili, simulyatsion ssenariylar asosida laborator kuzatuv, NASA TLX va subyektiv ruhiy zo'riqish shkalalari, shuningdek, ko'z harakati ko'rsatkichlari va reaksiyaga ketgan vaqt o'lchovlari qo'llandi. Ilmiy yangilik sifatida metallurgik boshqaruv pultlarida axborotni qatlamli taqdim etish, ogohlantirishlarni ustuvorlashtirish hamda avtomatlashtirish darajasini moslashuvchan sozlash operatorning kognitiv yuklamasini barqaror diapazonda ushlab turishini empirik ko'rsatadigan integrativ model taklif etiladi.

Kalit so'zlar. kognitiv yuklama; operator faoliyati; metallurgiya jarayonlari; inson omili; e'tibor; ishchi xotira; interfeys ergonomikasi

Аннотация на русском языке. В статье анализируются психологические особенности оптимизации когнитивной нагрузки оператора при управлении металлургическими процессами в режиме реального времени. Цель исследования состоит в снижении риска ошибок, обусловленных человеческим фактором, и повышении качества принятия решений путем



согласования процессов внимания, рабочей памяти и переключения задач с эргономикой информационной среды. Методология включает когнитивный анализ задач, лабораторные наблюдения в симуляционных сценариях, применение шкал NASA TLX и субъективного психического напряжения, а также регистрацию показателей движений глаз и времени реакции. Научная новизна заключается в предложении интегративной модели, показывающей, что слоистая подача информации на пультах управления, приоритизация предупреждений и гибкая настройка уровня автоматизации позволяют удерживать когнитивную нагрузку в устойчивом диапазоне. Ключевые слова. когнитивная нагрузка; деятельность оператора; металлургические процессы; человеческий фактор; внимание; рабочая память; эргономика интерфейса

Abstract . This paper examines psychological features of optimizing operator cognitive workload in real time control of metallurgical processes. The study aims to reduce human factor related error risk and to improve decision quality by aligning attentional control, working memory demands, and task switching with the ergonomics of the information environment. The methodology combines cognitive task analysis, laboratory observation using simulation based scenarios, NASA TLX and subjective mental strain scales, as well as eye tracking indicators and reaction time measures. The scientific novelty is an integrative model demonstrating that layered information presentation on control panels, alert prioritization, and flexible tuning of automation levels help keep cognitive workload within a stable functional range.

Keywords. cognitive workload; operator performance; metallurgical process control; human factors; attention; working memory; interface ergonomics

Metallurgiya ishlab chiqarishi uzluksiz jarayonlar, yuqori harorat, inertsiya kuchli bo'lgan texnologik konturlar va xavfli holatlarning tez rivojlanishi bilan ajralib turadi; bunday sharoitda operatorning kognitiv resurslari xavfsizlik va samaradorlikning markaziy omiliga aylanadi. Raqamli datchiklar, SCADA va MES tizimlari hisobiga kuzatuv kanallari ko'paygani sari operator ekrani axborot bilan to'lib boradi, biroq axborotning ko'pligi har doim ham tushunarliklik va boshqaruv



aniqligini bermaydi. Insonning ishchi xotirasi cheklangan, e'tibor esa tanlab ajratish mexanizmlariga tayanadi; shuning uchun signallar sonining ortishi, ogohlantirishlarning noto'g'ri ustuvorlashtirilishi yoki interfeysning semantik jihatdan izchil bo'lmasligi kognitiv yuklamani oshirib, vaziyatni anglash sifatini pasaytiradi. Zamonaviy tadqiqotlar kognitiv yuklama haddan tashqari oshganda avtomatlashtirishga ortiqcha tayanish, ogohlantirish charchoqligi, selektiv ko'rlik hamda qaror qabul qilishdagi kechikishlar kuchayishini ko'rsatadi [1;2]. Metallurgik boshqaruv kontekstida bu muammolar kontur sozlamalarini noaniq o'zgartirish, favqulodda holatni kech payqash yoki jarayon parametrlarining sabab-oqibat zanjirini noto'g'ri talqin qilish ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Mavjud yondashuvlar odatda ikki yo'nalishga ajraladi: birinchisi, operatorlarni malaka va tajriba orqali kuchaytirishga qaratilgan trening paradigmasi; ikkinchisi esa avtomatlashtirishni oshirish orqali insonning bevosita aralashuvini kamaytirishga intiluvchi texnologik paradigma. Biroq treningning o'zi interfeys va axborot oqimlaridagi tizimli kamchiliklarni bartaraf etmaydi, avtomatlashtirishning ortishi esa kognitiv nazoratning pasayishi, holatni kuzatishdan uzilish va "ko'rinmas" xatolarni payqash qiyinlashishi kabi paradokslarni tug'diradi [3]. Shu sababli integratsiyalashgan psixologik yondashuv talab qilinadi: unda e'tibor boshqaruvi, ishchi xotira sig'imi, mental modelning shakllanishi va stress sharoitida qaror qabul qilish mexanizmlari interfeys ergonomikasi hamda avtomatlashtirish darajasi bilan moslashtiriladi. Mintaqaviy tadqiqotlarda ham operator mehnatini psixofiziologik baholash va ergonomik indikatorlar asosida takomillashtirish zarurati ta'kidlangan bo'lsa-da, metallurgik jarayonlarning o'ziga xos signal dinamikasi va xavf profili sharoitida kognitiv yuklamani optimallashtirishning tizimli modeli yetarlicha ishlab chiqilmagan [4]. Ushbu maqolaning maqsadi metallurgiya jarayonlarini boshqarishda operator kognitiv yuklamasining psixologik determinantlarini empirik baholash, yuklamani barqaror diapazonda ushlab turuvchi interfeys va ish tashkiloti tamoyillarini asoslash hamda amaliy tavsiyalarni taklif etishdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida kognitiv yuklama bilan xatoliklar, reaksiyaga ketgan vaqt va vaziyatni anglash indikatorlari orasidagi bog'lanishlarni



aniqlash; ogohlantirish dizayni, axborotni qatlamlash va avtomatlashtirish darajasini moslashuvchan boshqarishning samaradorligini taqqoslash; hamda operator tajribasi va stress omillarining moderatsion rolini tekshirish belgilandi. Ilmiy yangilik metallurgik boshqaruv pultlari uchun kognitiv yuklamani boshqarishga yo'naltirilgan integrativ model va uni tekshiruvchi ko'p manbali o'lchovlar tizimini taklif etishdan iborat bo'lib, amaliy ahamiyat ishlab chiqarish xavfsizligi va barqarorligini oshirish bilan ifodalanadi [5].

Kognitiv yuklama NASA TLX indeksining moslashtirilgan variantida, shuningdek, subyektiv ruhiy zo'riqish va charchoq shkalalari orqali o'lchandi; obyektiv indikatorlar sifatida reaksiyaga ketgan vaqt, xatoliklar soni, favqulodda holatni aniqlashgacha bo'lgan kechikish hamda ko'z harakati ko'rsatkichlari (fiksatsiya davomiyligi, sakadalar chastotasi, kritik zonalarga qaytishlar soni) qayd etildi. Ko'z kuzatuv ma'lumotlari interfeysning maqsadli zonalarga ajratilgan qiziqish hududlari bo'yicha tahlil qilindi, bu operator e'tiborining tarqalishi va "muammoli" vizual marshrutlarni aniqlashga imkon berdi. Statistika tahlilda takroriy o'lchovli dispersiya tahlili, yuklama va samaradorlik indikatorlari o'rtasidagi korrelyatsiyalar, shuningdek, tajriba darajasi va ssenariy turi bo'yicha o'zaro ta'sir effektlari baholandi. Metodologik tanlovning ilmiy asosi kognitiv yuklama nazariyasi va yuqori xavfli tizimlarda inson ishonchliligi yondashuviga tayandi; ko'p manbali o'lchovlardan foydalanish subyektiv baholarning cheklovlarini kompensatsiya qilishga qaratildi [1; 6].

Avtomatlashtirishning moslashuvchan rejimi barqaror va sekin rivojlanuvchi og'ish ssenariylarida samaradorlikni oshirdi: parametrlarni me'yoriy diapazonda ushlab turish aniqligi yaxshilandi, xatoliklar kamaydi. Biroq tez eskalatsiyalanuvchi ssenariyda moslashuvchan avtomatlashtirish faollashgan paytlarda ayrim operatorlarda vaziyatni anglashning vaqtincha pasayishi alomatlari qayd etildi, bu ko'z kuzatuvda kritik diagnostik zonalarga qaytishlarning ko'payishi va qaror qabul qilishdan oldingi pauzaning uzayishi bilan ifodalandi. Tajriba darajasi bo'yicha tahlil shuni ko'rsatdiki, tajribali operatorlar qatlamli taqdimotdan ko'proq foyda oldi, chunki ular ikkinchi qatlamdagi diagnostik axborotni tezroq va maqsadli chaqira



oldi; kam tajribali guruhda esa aynan ogohlantirish ustuvorligi va vizual kodlashning izchilligi xatolarni kamaytirishda hal qiluvchi bo'ldi. Umuman, kognitiv yuklama oshishi reaksiyaga ketgan vaqt va xatoliklar soni bilan ijobiy bog'landi, vaziyatni anglash indikatorlari bilan esa manfiy bog'lanish kuzatildi; bu bog'lanishlar vaqt bosimi yuqori bo'lgan ssenariylarda kuchliroq namoyon bo'ldi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI.

1. Sweller J. Cognitive Load Theory. New York: Springer, 2011. 274 p.
2. Wickens C. D., Hollands J. G., Banbury S., Parasuraman R. Engineering Psychology and Human Performance. 4th ed. New York: Routledge, 2015. 672 p.
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 Part A: Systems and Humans. Piscataway: IEEE, 2000. Vol. 30, No. 3. P. 286–297.
4. Каримова Г. А. Психофизиологические основы надежности оператора в условиях промышленного риска. Ташкент: Фан, 2018. 196 с.
5. Rahimov A. A., Qodirov S. B. Metallurgiya ishlab chiqarishida operator mehnatini ergonomik tahlil qilish. Toshkent: O'zbekiston, 2020. 168 b.
6. Stanton N. A., Salmon P. M., Walker G. H., Baber C. Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. 688 p.
7. Hancock P. A., Szalma J. L. Performance under Stress. Aldershot: Ashgate, 2008. 520 p.