УДК 159:364.2:[9364-787.2]:159.9.072
https://doi.org/10.31612/2616-4868.6.2026.20

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ ТА КИТАЮ

Олександр А. Шевченко[1], Олексій В. Шевяков[2], Сергій Б. Дорогань[3], Яніна А. Славська[4], Ірина А. Бурлакова[2], В'ячеслав В. Вакулик[5]

[1]Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна
[2]Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна
[3]Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький, Україна
[4]Дніпровська академія музики, м. Дніпро, Україна
[5]Дніпровський державний аграрно–економічний університет, м. Дніпро, Україна

Резюме

Вступ. Новітні технічні засоби можуть бути ефективнішими при врахуванні психофізіологічних факторів праці. У металургійному виробництві важливим фактором є оптимізація умов праці фахівців-операторів, що потребує дослідження психофізіологічних чинників операторської праці та її ергономічного забезпечення.
Мета. Виявлення психофізіологічних особливостей роботи операторів у прокатному виробництві в Україні та Китаї з метою зниження психофізіологічної напруги та покращення професійного відбору та навчання.
Матеріали та методи. Дослідження проводилося на базі кількох металургійних заводів протягом 2020-2024 років. Системи управління металургійним виробництвом оцінювалися за допомогою експертного аналізу технічної документації. Для отримання інформації про досліджуваних операторів гарячих прокатних станів використовувалися ергономічне картування управління у вигляді «Google Форми», метод вербально-комунікативної діагностики для оцінки динаміки їхнього психофізіологічного стану, а також традиційні фізіологічні, психологічні та психофізіологічні методи. Суб'єктивні оцінки роботи операторів отримувалися шляхом анкетування.
Результати. Встановлено, що супутніми ознаками психологічних та фізіологічних реакцій досліджуваних були підвищена реактивна тривожність, зниження функціональних резервів кардіореспіраторної системи, погіршення розумової та фізичної працездатності. Отримані результати стали основою запропонованих організаційно-оздоровчих заходів. Зокрема, для професійного відбору та розстановки кадрів операторів доцільно враховувати не лише технологічні параметри робочого місця, а й динамічні психофізіологічні характеристики особистості оператора.
Висновки. Отримані результати довели, що комплексні методи професійного відбору та професійного навчання можуть бути використані для оцінки функціонального стану операторів та сприяти зменшенню додаткових витрат на їх перепідготовку. Очікуваними ефектами від впровадження такої системи є збільшення професійного довголіття, зниження травматизму та професійної захворюваності металургів, а також підвищення ефективності та якості операторської діяльності, продуктивності та надійності виконання виробничих завдань.

Ключові слова: **психологічний потенціал, оператори прокатних станів, психофізіологічна напруженість, професійний відбір, психофізіологічне забезпечення**

ВСТУП

Зростання продуктивності металургійного виробництва в Україні, серед іншого, може бути забезпечено чітким функціонуванням соціотехнічної системи. Її впровадження гальмується традиційно незадовільними або неоптимальними умовами праці фахівців-операторів, що потребує комплексного підходу до їх оптимізації. Відомо, що будь-які новітні технічні засоби можуть бути значно ефективнішими

при врахуванні психофізіологічних факторів праці. Таким чином, комплексність є додатковим резервом розвитку виробництва за умови врахування психофізіологічних чинників операторської праці та її ергономічного забезпечення.

МЕТА

Мета дослідження – з'ясувати психофізіологічні особливості операторської праці прокатного виробництва України та Китаю для зниження її психофізіологічної напруженості та покращення професійного відбору та професійної підготовки.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводились на базі декількох металургійних комбінатів впродовж 2020-2024 років. Системи управління металургійним виробництвом оцінювались за допомогою експертного аналізу технічної документації. Для отримання інформації щодо досліджуваних операторів прокатних станів гарячої прокатки застосовували ергономічне контрольне картографування у вигляді анкети в Google Forms, метод вербально-комунікативної діагностики для оцінки динаміки їхнього психофізіологічного стану, а також традиційні фізіологічні, психологічні та психофізіологічні методики. Суб'єктивні оцінки праці операторів були отримані методом опитування.

З'ясовано, що супутніми ознаками психологічних та фізіологічних реакцій досліджуваних були підвищена реактивна тривожність, зменшення функціональних резервів кардіореспіраторної системи, погіршення розумової та фізичної працездатності. Отримані результати стали основою запропонованих організаційних та оздоровчих заходів. Зокрема, для професійного відбору та розстановки операторів доцільно враховувати не тільки технологічні параметри робочого місця, а й динамічні психофізіологічні особливості особистості оператора. Отримані результати довели, що комплексні методи професійного відбору та професійної підготовки можуть бути застосовані для оцінки функціонального стану операторів та сприяти зменшенню додаткових витрат на їх перепідготовку. Очікуваними ефектами від впровадження такої системи є збільшення професійного довголіття, зниження травматизму і професійно обумовленої захворюваності фахівців-металургів, а також підвищення ефективності та якості операторської діяльності, продуктивності й надійності виконання виробничих завдань.

Методичною основою нашої роботи була відома психологічна теорія діяльності Л. С. Виготського [2]. Наукові дослідження операторської праці металургійного виробництва зазвичай враховують такі чинники: організаційний (недоліки в організації виробництва та їх причини); психогігієнічний (гігієнічна оцінка умов праці); ергодизайнерський (проєктування процесів, умов та засобів діяльності). З огляду на розглянутий предмет дослідження особлива увага була приділена вивченню керованості та автоматизації технологічних процесів, що багатьма авторами вважаються основним тригером психофізіологічної напруженості в діяльності операторів [1, 4, 5].

Об'єкт дослідження – професійна праця операторів металургійного виробництва України та Китаю. Дослідження виконані у виробничих умовах прокатного виробництва, а саме: України – Дніпровський металургійний комбінат, м. Кам'янське Дніпропетровської області; Китаю – металургійний комбінат «Бансі сталь» провінції Ляонінь, Хухехаотський металургійний комбінат провінції Хуші.

Предмет дослідження – психофізіологічне забезпечення оптимальної діяльності та виробничої ефективності операторів-прокатників в умовах прокатного виробництва (системотехнічна конструкція «Прокатний стан»).

За основу прийнята така концептуальна гіпотеза: врахування психофізіологічних факторів сприятиме ефективнішій діяльності операторів-прокатників в умовах соціотехнічної системи металургійного виробництва.

Дослідження проведено протягом 2020-2024 років у виробничих умовах металургійного виробництва України та Китаю. Респондентами були старші оператори та оператори-маніпулятори постів управління, загалом 150 осіб, по 75 осіб в кожній країні. Серед обстежених були лише чоловіки (100%), віком від 28 до 42 років (в середньому 35,0 ± 5,2 року). Досвід роботи складав від 7 до 20 років (13,5 ± 6,2 року). Усі обстежені оператори – мешканці міст із закінченою вищою освітою, одружені.

Для ергономічної оцінки складності діяльності операторів-прокатників додатково оцінювали системи управління металургійним виробництвом за допомогою експертного аналізу технічної документації. Зміни психофізіологічного стану операторів прокатних станів гарячої прокатки оцінювали методом вербально-комунікативної діагностики. Ергономічне контрольне картографування з урахуванням окремих особистих даних операторів виконували за допомогою «Google Forms».

Також застосовували традиційні фізіологічні, психологічні та психофізіологічні методики, зокрема: спостереження, аналіз технічної документації, аналіз результатів діяльності операторів і виявлення зв'язку з рівнем інтенсифікації виробництва у цехах; опис алгоритмів діяльності та аналіз структури керівних дій операторів; психологічні – дослідження динаміки напруженості уваги операторів протягом робочого дня за допомогою червоно-чорних таблиць та коректурної проби Бурдона, визначення динаміки реактивної та особистісної тривожності

за методикою Ч. Спілбергера – Ю. Ханіна, вивчення динаміки професійного мислення за часом складання числових рядів однозначних чисел, вивчення динаміки професійної пам'яті за ефективністю запам'ятовування п'ятизначних чисел з наступним відтворенням їх через 2-3 хвилини; фізіологічні – частота серцевих скорочень та настановчий тремор рук у динаміці в поєднанні з професійно значущими факторами; метод експертної оцінки професійної успішності та соціально-трудової активності.

Усі методи дослідження враховували показники їхньої прогностичної цінності та були оптимальними за тривалістю проведення, що дозволило запобігти небажаному відволіканню операторів від процесу керування (не довше 4-5 хвилин). Дослідження проводили чотири рази протягом зміни (на початку роботи, через 3 та 5 годин роботи і наприкінці роботи).

Для опрацювання отриманих результатів використано загальноприйняті методи варіаційної описової статистики. Математико-статистичний метод дослідження використовувався для перевірки нормальності розподілу даних, підтвердження/спростовування їх репрезентативності, вірогідності розбіжностей між групами порівняння, пошуку взаємозв'язків між психофізіологічними факторами діяльності операторів.

Отримані дані в цифровій формі вносилися в окрему базу емпіричної інформації. Зведені таблиці створено з використанням програми MS Excel v.8.0.3. Обробка отриманих даних здійснювалась за допомогою пакетів програм SPSS 16.0 та MS Excel v.8.0.3. Аналіз нормальності розподілу проводився за допомогою пакета STATISTICA 8.0 з відкритою ліцензією для некомерційного використання [3].

Всі учасники дослідження дали попередню письмову згоду відповідно до біоетичних вимог Гельсінської декларації, Конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину, що відповідало етичним стандартам Комісії з питань етики Дніпровського державного медичного університету (протокол № 38 від 13.05.2026 року).

РЕЗУЛЬТАТИ

Для ергономічної оцінки складності діяльності операторів-прокатників враховували системоутворювальну роль їхньої трудової активності. Було здійснено декомпозицію соціотехнічної системи управління прокатним станом на окремі підпорядковані блоки. Результати ергономічної оцінки складності діяльності операторів-прокатників наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Складність алгоритмів діяльності операторів металургійних виробництв двох країн

	Показники						
	D	**Ul**	**Np**	**Kns**	**Knl**	**Vr**	**Ks**
Україна	168	75	3,8	0,5	0,3	0,18	0,26
Китай	248	94	5,6	0,5	0,3	0,14	0,32

Примітки:
D – елементарні дії;
Ul – логічні умови;
Np – напруженість праці (кількість операцій за однаковий проміжок часу);
Kns і Knl – коефіцієнти стереотипності та логічної складності (відносні од.);
Vr – варіативність керівних рухів (%);
Ks – когнітивна складність алгоритму (відносні од.).

На професійне навантаження операторів чинять вплив соціально-психологічні чинники. Зі зростанням кваліфікації працівників зростає задоволеність працею та оцінка її значущості (табл. 2).

Таблиця 2

Психологічні і фізіологічні показники прокатників двох країн (M ± SD)

Показники	**Країна**		
	Китай	**Україна**	**p**
Вік, років	45,0±7,0	42,0±5,0	0,110
Виробничий стаж, років	18,0±9,5	15,0±7,5	0,112
Тривожність реактивна, бали	43,0±0,5	35,0±7,5	0,105
Тривожність особистісна, бали	42,0±6,5	38,0±5,5	0,103
ЧСС, у/хв	95,0±15,5	82,0±8,5	0,115
Експертна оцінка, бали	89,0±2,5	95,0±3,5	0,118
Соціально-трудова активність, бали	14,0±3,5	15,0±2,5	0,001*
Задоволеність працею, бали	75,0±15,8	75,0±17,5	0,003*
Професійне навантаження, бали	65,0±5,2	63,0±4,5	0,110
Значущість праці, бали	85,0±5,5	75,0±9,5	0,001*

Примітка. P – оцінка вірогідності різниці за t-тестом (* – різниця статистично значуща).

Напруженість праці операторів обумовлена інтенсивністю керівних рухів за цикл обробки зливка. При цьому руховий стереотип формується стабільністю процесу переміщень органів управління та оцінюється величиною коефіцієнта варіації. Встановлено, що за стабільного часу прокатки зливка коефіцієнти варіації становлять відповідно 2,8% для станів в Україні та 5,2% для прокатного стану в Китаї при варіативності керівних рухів старших операторів відповідно 16% (Україна) та 12% (Китай). Для операторів-маніпуляторів варіативність становить відповідно 26% та 21%. Проведений порівняльний аналіз завантаження операторів під час управління окремими механізмами виявив, що за цикл прокатки в середньому 38% рухів операторів в Україні стосуються управління головним приводом (у Китаї – 39%), 31% – управління натискним пристроєм (у Китаї – 25%), 17% – переднім рольгангом (у Китаї – 24%) та 13% – заднім рольгангом (у Китаї – 12%). Вочевидь відбувається активна «адаптація» операторів до процесу, засобів та умов діяльності. Підтвердженням активного пристосування операторами технології до своїх психофізіологічних можливостей та умов діяльності є підвищення варіативності часу (у 6 разів) обробки зливка та кількості керівних рухів (у 3 рази) в однойменних перепустках порівняно з високою стабільністю цих показників за повний цикл прокатки зливка. Отримані усереднені показники зведені у табл. 3.

Таблиця 3

Інтенсивність (V, рухів/с) переміщень органів управління і варіативність (Cv, %) керівних рухів операторів

Оператори	Показник	Прокатний стан		p
		Китай	Україна	
Старші	V	2,9	2,7	0,114
	Cv	27	28	
Маніпулятори	V	2,1	2,8	0,001*
	Cv	23	27	

Примітка P – оцінка вірогідності різниці за t-тестом (* – різниця між групами статистично значуща).

Середні значення коефіцієнтів варіації напруженості психофізіологічних функцій операторів наведено в таблиці 4. Діапазон коефіцієнтів варіації від 10 до 20% відповідає середній напруженості, понад 20% – високій, менше 10% – низькій. Порівняння показника ЧСС у операторів прокатних станів у двох країнах показало, що професійна діяльність китайських операторів є більш напруженою, ніж операторів українських прокатних станів. Вимоги щодо розподілу уваги на велику кількість керованих механізмів, а також концентрацію уваги в робочій зоні прокатки підтверджують також показники напруженості психічних функцій.

Таблиця 4

Середні значення коефіцієнтів варіації (Cv, %) показників психічних та фізіологічних функцій операторів металургійних виробництв

Функції	Старші оператори		p	Оператори-маніпулятори		p
	Україна	Китай		Україна	Китай	
КУ	23	17,8	0,001*	19,9	16,8	0,019*
РУ	21,3	36,1	0,001*	17,5	24,2	0,001*
П	33,6	37,1	0,383	40,4	31,7	0,027*
М	12,9	14,1	0,226	12,5	12,5	0,990
ТР	33,1	38,2	0,003*	37,5	40,0	0,379
ЧСС	8,1	5,8	0,001*	6,9	7,8	0,159

Показники: КУ – концентрації уваги; РУ – розподілу уваги; П – оперативної пам'яті; М – оперативного мислення; ТР – тремору; ЧСС – частоти серцевих скорочень.
P – оцінка вірогідності різниці за t-тестом (* – різниця між групами статистично значуща).

За даними таблиць 3 і 4 видно, що у китайських операторів домінує напруженість розподілу уваги на противагу її концентрації. У операторів українських прокатних станів домінує напруга функції концентрації уваги порівняно з її розподілом. Таким чином, системи управління станів-аналогів мають кроскультурну специфічність.

Психологічний аналіз діяльності операторів прокатних станів двох країн було здійснено також через дослідження напруження короткочасної пам'яті. Необхідність запам'ятовування старшими операторами програм обтискань через здійснення їх певної кількості та послідовності у кожній з перепусток, призводить до збільшення напруги оперативної пам'яті. З іншого боку, більш складне калібрування валків прокатних станів України вимагає більшого напруження від операторів-маніпуляторів, які встановлюють зливок проти одного із нормативно заданих калібрів. Внаслідок цього в операторів-маніпуляторів прокатних станів України напруга короткочасної пам'яті є більшою, ніж у операторів-маніпуляторів прокатного стану в Китаї (табл. 5).

Таблиця 5

Середні значення показників психічних функцій операторів-прокатників (M ± SD)

Функція	Старші оператори		p	Оператори-маніпулятори		p
	Україна	Китай		Україна	Китай	
КУ	21,5±0,2	11,2±0,2	0,001*	21,1±0,2	11,4±0,1	0,001*
РУ	13,1±2,1	12,5±2,0	0,075	11,6±2,0	13,9±1,6	0,001*
П	4,1±0,9	4,4±0,6	0,018*	5,0±1,0	4,8±0,6	0,140
М	31,6±5,5	33,0±8,0	0,214	33,2±9,6	30,7±7,8	0,082
РТ	40,3±2,1	32,3±7,2	0,001*	41,4±4,2	35,0±7,1	0,001*
ОТ	40,0±3,1	35,5±8,2	0,001*	42,0±3,1	38,4±5,3	0,001*
В	32,2±6,2	36,0±4,1	0,001*	31,3±5,2	35,1±3,1	0,001*
С	11,1±3,0	12,3±4,0	0,039*	11,7±2,4	10,5±4,0	0,027*

Примітка. КУ – концентрація уваги; РУ – розподіл уваги; П – оперативна пам'ять; М – оперативне мислення; РТ – реактивна тривожність; ОТ – особистісна тривожність; В – вік (років); С – стаж (років) оператора.
Р – оцінка вірогідності різниці за t-тестом (* – різниця між групами статистично значуща).

Аналіз психофізіологічних показників операторів відповідно до внутрішньозмінних графіків роботи дозволив також простежити динаміку стану втоми та встановити зв'язок між реальною діяльністю та психічним станом, що її супроводжує. У таблиці 6 наведено зміни ЧСС операторів прокатних станів залежно від функцій, що виконуються. Встановлено, що перехід операторів до активних дій управління головним приводом прокатного стану призводить до збільшення ЧСС у середньому на 5%. Рівень ЧСС наприкінці паузи свідчить, очевидно, не про стан спокою, а про ступінь запобіжної іннервації, яка проявляється у передробочому посиленні психофізіологічних процесів та цим сприяє їх ефективності під час роботи. Зниження ЧСС (в середньому на 7%) у операторів, які керують протягом години маніпуляторами станів в Україні, засвідчує більш монотонний характер їхньої праці. Отримані дані узгоджуються з наведеними вище у табл. 1 показниками стереотипності та логічної складності алгоритмів.

Таблиця 6

Частота серцевих скорочень (ЧСС) операторів-прокатників залежно від виконуваних функцій (M ± SD)

ЧСС	Старші оператори		p	Оператори-маніпулятори		p
	Україна	Китай		Україна	Китай	
Після години роботи	85,1±10,9	75,5±10,8	0,001*	75,7±11,7	75,9±15,1	0,928
Після години відпочинку	82,3±11,5	75,0±10,5	0,001*	79,5±10,4	73,3± 15,5	0,005*

ДИСКУСІЯ

За даними ергономічного картографування та експертних ергономічних оцінок з'ясовано, що складність та напруженість професійної діяльності операторів обумовлена переважно організаційно-технологічними факторами. Зокрема, фахівці нових і продуктивних прокатних станів металургійних комбінатів у Китаї оцінюють своє професійне навантаження вище, аніж їхні українські колеги, що працюють на більш архаїчному обладнанні. Було встановлено високу достовірність відмінностей в оцінках операційного навантаження операторами таких прокатних станів, а також ступеня впливу на напруженість технологічних та організаційних факторів виробництва. Отже, підвищення продуктивності праці в такому випадку відбувається за рахунок збільшення навантаження на операторів, що призводить до зростання ризиків щодо їх професійного здоров'я. У схожих дослідженнях зазначається, що управління продуктивністю праці на підприємстві є складним та комплексним завданням. Це – неминучий етап функціонування будь-якого суб'єкта господарювання, що прагне економічного зростання та ефективності. Його реалізація залежить від скоординованої роботи усієї команди працівників на усіх етапах функціонування, починаючи від розроблення стратегії підприємства та закінчуючи впровадженням програми з підвищення продуктивності праці на підприємстві [6]. Як і в нашому дослідженні, тут наголошено, що продуктивність праці залежить від розумної системи мотивації працівників, складеної на основі попереднього оцінювання якості персоналу. Зокрема, це дозволяє вибрати певний вид мотивації як загалом для усього персоналу підприємства, так і для окремого працівника. В інших публікаціях зазначено, що для підвищення продуктивності праці необхідно, серед іншого, покращити управління персоналом, сприяти навчанню та підвищенню кваліфікації. Цьому має сприяти також метод прогнозного аналізу [7, 8].

Картографування праці операторів виявило також значущі відмінності у когнітивній складовій професійного навантаження, на що безпосередньо впливають технологічні фактори. Як засвідчили наші дослідження, найбільший вплив на показники психологічної діяльності операторів мають такі фактори:

1) ритмічність подачі зливків із нагрівальних печей;

2) якість їх прогріву та наявність шару окалини;

3) своєчасність видалення зливків із зони нагріву, яка визначається ритмічністю і безаварійністю роботи ділянок, що «приймають» метал.

У зв'язку з цим нами було рекомендовано модернізовані варіанти режимів праці та відпочинку операторів і надано пропозиції щодо вдосконалення технічних засобів діяльності. Стосовно модернізації технічних засобів діяльності іншими дослідженнями було показано, що у металургії на трудомістких виробництвах людей можуть і мають замінити роботи. Роботизація металургійного виробництва може значно зменшити інтенсивність професійних захворювань та уникнути травм, спричинених повторюваною роботою та трудомісткими операціями [9].

Перехід під час прокатки з однієї програми обтискань на іншу принципово не змінює рівень стереотипності та ритму роботи операторів прокатних станів. Це пов'язано з тим, що характер операцій залишається незмінним, змінюється лише їх послідовність. Психофізіологічні показники також свідчать, що зміна програми обтискань не відбивається на ЧСС та треморі кисті. Таким чином, зміна програми прокатки (технологічний фактор) не спричиняє у операторів прокатних станів емоційної напруги та зміни рівня функціонування серцево-судинної системи. Більш виражений вплив на психофізіологічні процеси та функціональний стан операторів чинить раптова зміна характеристик засобів діяльності, індикатором якого є збільшення ЧСС з 81 ± 7 до 89 ± 4 уд/хв. Проблема заміни архаїчних засобів діяльності була опрацьована у схожому дослідженні (Тубольцев Л. Г. та співавтори, 2023). Тут зокрема зазначено, що металургійні підприємства України в середньому працюють понад 50 років, а розвиток технологічних систем металургійної промисловості необхідно розглядати в контексті еволюційної стратегії. Саме технологічний аспект та засоби діяльності визначено авторами головним фактором для перспективи виживання і розвитку металургійної галузі України [10]. Це ще раз підтверджує провідну роль засобів діяльності як ергономічного фактора, що впливає на функціональний стан фахівців.

У відборі та розстановці операторських кадрів на прокатних станах нових поколінь в Україні та Китаї необхідно враховувати як технічні чинники, так і психофізіологічні особливості операторів. Комплекс методів дослідження професійно важливих психологічних якостей операторів-прокатників (професійної уваги, оперативної пам'яті, оперативного мислення) раціонально використовувати також під час професійного відбору та подальшої професійної підготовки. Так, у роботі Акимової Л. Г. зі співавторами [11] наголошено, що практичним результатом такого добору може бути відповідний поділ претендентів на 4 групи профпридатності. Отже, медико-психологічний супровід впровадження інтенсивних високоавтоматизованих технологічних процесів має містити оцінку зазначених компонентів функціонального стану працівників.

ВИСНОВКИ

1. Психофізіологічний аналіз операторської діяльності в умовах металургійного виробництва обох країн показав, що когнітивна складність її алгоритмів коливається від 0,26 до 0,32 відн. од.; напруженість – від 3,8 до 5,6 операцій/с, при стабільній логічній складності (0,3 відн. од.) та стереотипності (0,5 відн. од.). Особливо це характерно для китайських прокатних станів у зв'язку з більшою порівняно з українською модернізацією праці старших операторів та операторів-маніпуляторів в умовах зміни робочих місць. При цьому суб'єктивна оцінка професійного когнітивного навантаження старшими операторами прокатних станів України та Китаю в середньому в 1,2-1,5 раза вища, аніж оцінка операторами-маніпуляторами.

2. Зміна робочого місця оператора впливає насамперед на інформаційну складову його діяльності. Відносні коефіцієнти складності алгоритмів діяльності старших операторів прокатних станів України у 2,5 раза (в Китаї – у 1,5 раза) перевищують величину аналогічної характеристики алгоритму оператора-маніпулятора. Показово, що динаміка варіативності частоти серцевих скорочень у старших операторів підтверджує відносно менше навантаження на серцево-судинну систему під час виконання ними професійних дій. Окремі технічні характеристики прокатних станів (ефективність, ритмічність, безперервність, потужність) здатні змінювати психофізіологічний статус операторів, і таким чином впливати на рівень організації металургійного виробництва.

3. Аналіз динаміки варіативності психічних функцій операторів (виконання тесту з чорно-червоною таблицею) свідчить, що протягом робочої зміни найбільшу стабільність мають показники розподілу уваги та оперативної пам'яті. Ми інтерпретуємо це як результат збереження і розвитку найважливіших для роботи психічних функцій, спрямованих на забезпечення оптимальної ефективності професійної діяльності операторів, у тому числі за рахунок напруги інших систем.

4. На успішність професійної діяльності та функціональний стан операторів в обох країнах впливають їх суб'єктивні особистісні якості. Важливе

значення при цьому має рівень мотивації, ставлення до діяльності та соціально-трудова активність.

Перспектива подальших досліджень. Отримані результати дослідження спрямовані на покращення якості охорони професійного здоров'я в металургійній галузі, інтеграції та координації медичної допомоги операторам прокатних станів. Водночас дослідження має певні обмеження щодо часу спостережень, що слід враховувати при інтерпретації висновків.

Перспективи подальших наукових пошуків полягають у:

1. **Поглибленому вивченні механізмів професійної адаптації** операторів сучасних моделей прокатних станів для покращення системи надання медичної допомоги та профілактики виробничо-зумовлених захворювань.

2. **Розробці практичних рекомендацій** для вдосконалення системи професійного добору, навчання та перепідготовки працівників металургійної галузі.

Таким чином, подальші дослідження мають потенціал забезпечити доказову базу для ухвалення управлінських рішень та формування політик, спрямованих на створення оптимальних та/або допустимих умов праці операторів прокатних станів і запобігання розвитку виробничо зумовлених та професійних захворювань.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Дослідження було проведено відповідно до принципів, викладених у Гельсінській декларації, а також згідно з рекомендаціями, встановленими Комісії з питань етики Дніпровського державного медичного університету (протокол № 38 від 13.05.2026 року).

Перед початком дослідження всі учасники отримали вичерпну інформацію про мету, методи, можливі ризики та переваги участі. Участь у дослідженні ґрунтувалася на принципі поінформованої згоди, і всі респонденти підписали відповідну форму згоди перед збором даних. Учасники мали право у будь-який момент відмовитися від участі без пояснення причин. У дослідженні не брали участь неповнолітні особи та особи з обмеженою дієздатністю.

Відповідно до норм конфіденційності, усі дані були зібрані анонімно та оброблені з дотриманням чинного законодавства щодо захисту персональних даних, зокрема Загального регламенту захисту даних (GDPR), для забезпечення захисту особистої інформації. Уся інформація використовувалася виключно в рамках цього дослідження та була узагальнена для подальшого аналізу результатів. Усі автори, які брали участь у цьому дослідженні, підтвердили відсутність конфлікту інтересів, а фінансування дослідження здійснювалось за власні кошти.

Обмеження дослідження. Автори рукопису свідомо засвідчують, що обмеження цього огляду зумовлені як попередньо окресленими рамками тематики, часових періодів і типів досліджень, так і доступністю джерел. Пошукова стратегія охоплювала PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/), Clinical Key Elsevier (https://www.clinicalkey.com), Cochrane Library (https://www.cochranelibrary.com/), eBook Business Collection (https://www.ebsco.com/) та Google Scholar (https://scholar.google.com/), із визначеними датами індексації. Включені роботи відрізнялися за дизайном і методологічною якістю; у частини досліджень ризик упередженості був підвищеним, а міждослідницька варіабельність показників залишалася істотною, що знижує внутрішню валідність сукупних оцінок і обмежує надмірну узагальненість висновків щодо їх поширення на інші популяції та клінічні контексти.

Первинні дані та матеріали. Автори рукопису свідомо засвідчують, що первинна документація конкретних працівників та статистичні бази даних у роботі не використовувалися. Усі твердження та узагальнення підкріплені посиланнями на першоджерела, доступні у відкритому доступі або через наукові бібліотечні ресурси. Додаткові матеріали, що стосуються процесу відбору джерел чи деталізації методології аналізу, можуть бути надані автором-кореспондентом за обґрунтованим запитом.

Заява про використання штучного інтелекту. У цій роботі штучний інтелект не використовувався для генерації тексту, аналізу даних або створення зображень. Увесь контент підготовлено авторами, які несуть повну відповідальність за точність, оригінальність та дотримання етичних стандартів.

ФІНАНСУВАННЯ ТА КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування. Конфлікт інтересів відсутній. Усі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

ВНЕСОК АВТОРІВ

Шевченко О. А.[A]

Шевяков О. В.[D]

Дорогань С. Б.[C, F]

Славська Я. А.[B]

Бурлакова І. А.[B]

Вакулик В. В.[E]

REFERENCES

1. Babatenko, O. V. (2019). Profilaktyka ta korektsiia nehatyvnykh funktsionalnykh staniv fakhivtsiv kharchovoi promyslovosti [Prevention and correction of negative functional states of food industry specialists]. Current Problems of Psychology: Collection of Scientific Proceedings of the H. S. Kostyuk Institute of Psychology of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, 9(12), 5-14. http://www.appsychology.org.ua/data/jrn/v9/i12/3.pdf
2. Psykholohiia liudyny: L. S. Vyhotskyi ta suchasna nauka [Human psychology: L. S. Vygotsky and modern science]. (2018). Nizhyn State University. http://www.ndu.edu.ua/storage/2021/zahal_psy_lib/%D0%92%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D1%82%D0%B0%20%D1%81%D1%83%D1%87%20%D0%BD%D0%B0%D1%83% D0%BA%D0%B0%20%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%201.pdf
3. Kim, T. K. (2015). T test as a parametric statistic. Korean Journal of Anesthesiology, 68(6), 540-546. https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540
4. Popovych, V., Ragimov, F., Ivanova, I. B., & Buryk, Z. (2020). Development of social and communicative paradigm of the field of social networks. International Journal of Data and Network Science, 4(3), 319-328. https://www.growingscience.com/ijds/Vol4/ijdns_2020_12.pdf
5. Shevchenko, O. A., Burlakova, I. A., Sheviakov, O. B., Agarkov, O. A., & Shramko, I. A. (2020). Psychological foundations of occupational health of specialists in the economic sphere. Medicni Perspektivi, 25(2), 163-167. https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.2.206890
6. Mukha, R. (2015). Produktyvnist pratsi na pidpryiemstvakh ta osnovni napriamy yii pidvyshchennia [Labor productivity at enterprises and the main directions of its improvement]. Halytskyi Ekonomichnyi Visnyk, 48(1), 82-92.
7. Shirinov, B. (2021). The role of logistics analysis methods in the Enterprise Resource Management System. Economy and State, 12, 83-86. https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.12.83
8. Ruhangiz, A. T., & Farid, A. Z. (2023). Main directions of accelerating regional socio-economic development in the digital era. Agora International Journal of Economical Sciences, 17(2). https://doi.org/10.15837/aijes.v17i2.6454
9. Tsymbal, B. M., & Sychov, V. V. (2024). Osoblyvosti robotyzatsii metalurhiinoho vyrobnytstva [Features of robotization of metallurgical production]. Naukovyi Zhurnal Metinvest Politekhnika. Seriia: Tekhnichni Nauky, (1). https://doi.org/10.32782/3041-2080/2024-1-4
10. Tuboltsev, L. H., Chaika, O. L., & Babachenko, O. I. (2023). Perspektyvy rozvytku metalurhiinoho vyrobnytstva v Ukraini za rakhunok vykorystannia novykh tekhnolohii [Prospects for the development of metallurgical production in Ukraine through the use of new technologies]. Fundamentalni ta Prykladni Problemy Chornoi Metalurhii, 37, 4-25. https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-4-25
11. Akymova, L., Parkhomenko, T., Hladkyi, V., Koniushevska, A., & Malyshev, V. (2021). Dosvid zastosuvannia psykhofiziolohichnoi ekspertyzy pratsivnykiv, umovy pratsi yakykh poviazani z pidvyshchenoiu nebezpekoiu ta tykh, shcho potrebuiut profesiinoho vidboru [Experience of using psychophysiological examination of employees whose working conditions are associated with increased danger and those requiring professional selection]. In Proceedings of the International Center of Scientific Research and Development Conferences. https://doi.org/10.36074/mcnd-19.02.2021.medicine.03

Abstract

PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF OPERATOR ACTIVITY IN THE CONDITIONS OF METALLURGICAL PRODUCTION IN UKRAINE AND CHINA

Oleksandr A. Shevchenko[1], Oleksiy V. Shevyakov[2], Serhiy B. Dorohań[3], Yanina A. Slavska[4], Iryna A. Burlakova[2], Vyacheslav V. Vakulyk[5]

[1]Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine
[2]Ukrainian state university of science and technologies, Dnipro, Ukraine
[3]Donetsk National Medical University, Kropyvnytskyi, Ukraine
[4]Dnipro Academy of Music, Dnipro, Ukraine
[5]Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Introduction. Advanced technologies can be more effective when taking into account psychophysiological aspects of labour. In metallurgical production, an important factor is optimizing working conditions for specialized operators, requiring the study of psychophysiological factors of operators' work and its ergonomic support.
Aim. To identify psychophysiological features of operators' work in rolling production in Ukraine and China in order to reduce their psychophysiological stress and improve professional selection and training.
Materials and methods. The study was conducted across several metallurgical plants during the period 2020-2024. Metallurgical production management systems were evaluated using expert analysis of technical documentation. To obtain information about the studied hot rolling mill operators, the following methods were used: ergonomic mapping using Google Forms, the verbal-communicative diagnostic method to assess the dynamics of the operators' psychophysiological state, and traditional physiological, psychological, and psychophysiological methods. Subjective assessments of the operators' work were obtained by questionnaire. Subjective assessments of the operators' work were obtained by questionnaire.
Results. It was found that the accompanying signs of the psychological and physiological reactions of the subjects were increased reactive anxiety, decreased functional reserves of the cardiorespiratory system, and deterioration of mental and physical performance. The obtained results formed the basis for the proposed organizational and health-improving measures. In particular, for the professional selection and placement of operators, it is advisable to take into account not only the technological parameters of the workplace, but also the dynamic psychophysiological characteristics of the operator's personality.
Conclusions. The results obtained proved that complex methods of professional selection and professional training can be used to assess the functional state of operators and contribute to reducing additional costs for their retraining. The expected effects of implementing such a system are an increase in professional longevity, a decrease in injuries and occupational morbidity of metallurgists, as well as an increase in the efficiency and quality of operator activity, productivity and reliability of performing production tasks.

Keywords: **psychological potential, rolling mill operators, psychophysiological tension, professional selection, psychophysiological support**

Received: 27.04.2026
Accepted: 26.06.2026
Published: 11.09.2026