

Впливи ергономічних факторів середовища на керуючі дії оператора-реабілітолога

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" (м. Київ)

Постановка наукової проблеми та її значення. Аналіз останніх досліджень. У роботі проведено визначення та розкриття дії різних факторів середовища на параметри здоров'я, функціональні й робочі стани людини з погляду того, що людина – це біологічна істота (система), яка максимально пристосована до існування в умовах планети Земля. Технічне середовище так розрослося, що вже варто розглядати питання пристосування людини до нього. Знати біофізичні особливості роботи організму людини важливо, особливо в останній час, при зміні людиною свого середовища існування, в екстремальних ситуаціях, у разі прийняття неадекватних рішень, при патології, при дії різних випромінювань, в операторській праці та при взаємодії з технічним середовищем [1; 2; 8]. Робота реабілітолога по своїй суті наблизилася до операторської діяльності, що потребує свого вивчення. Ми вважаємо, що реабілітолог – це людина-оператор (РО), яка виконує складні робочі рухи відповідно до своїх психофізіологічних і фізичних особливостей, професійних навичок і вмінь працювати з відповідними технічними засобами.

При цьому керуючі дії РО мають різні призначення та поділяються на:

- 1) робочі й виконавчі рухи, що впливають на органи управління;
- 2) гностичні рухи, що направлені на пізнання об'єкта й умов праці (дотиком, осяганням і вимірюванням);
- 3) пристосувальні рухи (установчі, врівноважуючі).

Під час роботи РО існують три групи характеристик – просторові, швидкісні, силові. Просторові характеристики визначаються антропометричними характеристиками, а швидкісні поділяються на мінімальні, оптимальні та максимальні рухи за швидкістю. Мінімальні рухи здійснюються пальцями. Якщо середній час руху пальцями $t_1=1$ одиниці, то рух кисті й пальців $t_2=2$ одиниці; передпліччя, кисті та пальців $t_3=3$ одиниці; руки повністю $t_4=4$ одиниці, нахил корпусу й випрямлення $t_5=17$ одиниць. Швидкість руху залежить від направлення руху. Швидше: до тіла, у вертикальній площині, згори-вниз, справа-наліво, обертальні з більшою амплітудою. Повільніші: від тіла, у горизонтальній площині або під кутом, знизу догори, зліва-направо, поступальні, з малою амплітудою.

Силові характеристики РО визначаються зусиллями, що розвиваються в процесі руху. Вони поділяються на мінімальні, оптимальні та максимальні зусилля (табл. 1). При частому прикладанні протягом довгого часу звичайно використовують $F_{opt} = 0,6-0,65 F_{max}$ [3; 4]. Індивідуально F_{max} визначають при одноразовому випробуванні. Із віком зміни сили руки в чоловіків у 60 років зменшується вдвічі відносно до сили в 30 років, а в жінок це зменшення втричі. Кількість і характер рухів визначають фізичне навантаження в процесі роботи. *Оптимальні значення навантаження* не приводять РО в кінці роботи – чергування (через шість годин) до явної втоми, вони справляють тренувальну дію, підвищуючи функціональні можливості організму. *Допустимі значення навантаження* (через вісім годин) не викликають у РО до кінця роботи (зміни) надмірної втоми та відхилень у здоров'ї людини протягом трудового періоду.

Зменшенню втомлюваності й підвищенню продуктивності праці РО сприяє дотримання принципів економії рухів та енергії: *принцип неперервності* – коли кожний наступний рух є природним продовженням попереднього; *принцип паралельності* – коли рухи проводять обома руками чи ногами, це ще *принцип рівної завантаженості*; *принцип сприятливих траєкторій* – симетричних, плавних, кругових, неперервних (наприклад, як у гімнастиці "У-ШУ"), замість несиметричних, зигзагоподібних; *принцип оптимальної інтенсивності* – висока продуктивність праці РО при оптимальних значеннях фізичних, психофізичних і нервових напруг; *принцип ритмічності* – регулярна повторюваність рухів РО через певні (краще з особовим природним ритмом) проміжки часу; *принцип звичності рухів* – автоматизація виконання, яка досягається постійними тренуваннями та повторенням професійних навичок [3; 7; 9].

Робота виконується за планами науково-дослідних робіт кафедри фізичної реабілітації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут": "Розробка технологій

оцінки та корекції функціональних станів людини при впливах факторів середовища з використанням біологічних зворотних зв'язків" (№ держ. реєстр. 0111U003540) та "Розробка технологій забезпечення психофізичної реабілітації та оздоровлення людини" (№ держ. реєстр. 0111U003539).

Мета роботи – виявлення й аналіз впливу факторів середовища, які впливають на дії РО.

Завдання дослідження – проаналізувати частоту впливів ергономічних факторів середовища на керуючі дії РО та дослідити середню силу м'язів тих фахівців, які виконують роботу середньої важкості.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. При оцінці надійності систем "реабілітолог-оператор" (СРО) потрібно аналізувати обидва елемента цих систем. Не можна розглядати окремо надійність технічних параметрів апаратури й надійність, що зумовлена психофізіологічними факторами людини. Уведення нового складника в оцінку надійності СРО знижує її показник. Частота відмов із вини людини складає 60–95 % [5; 9].

Це пояснюється тим, що фактори психофізіології менш точно й важче піддаються кількісній оцінці, ніж співвідношення між характеристиками технічних засобів. При цьому слід враховувати, що, по-перше, РО являє собою значно складнішу структуру, ніж будь-яка машина (технічний засіб), по-друге, для РО властива менша стабільність, ніж машині, оскільки на РО мають вплив значно більше факторів.

Робота РО залежить від його фізіологічного стану, ступеня втоми, впливу зовнішнього середовища (шумів), тривалості навчання, спонукальних мотивів і стимулювання. Дії РО можна оцінити як "чорну скриньку" з відомими вхідними й вихідними параметрами, що дає змогу описати його роботу методами кібернетики та математики, але треба отримати кількісні характеристики умов праці РО.

Визначено силові характеристики рук РО, що визначаються зусиллями, які розвиваються в процесі руху. Вони поділяються на мінімальні, оптимальні та максимальні зусилля й мають характеристики, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Зусилля (F_{opt} , F_{max}), які розвивають руки людини відносно сагітальної осі тіла, H

Характер і напрям руху руки	Рука	F_{opt}	F_{max}	F_{opt}	F_{max}	F_{opt}	F_{max}	F_{opt}	F_{max}	F_{opt}	F_{max}
Положення руки		180°		150°		120°		90°		60°	
Витягування (на себе)	п	216	540	236	530	168	468	148	396	96	380
	л	196	520	168	500	130	426	126	359	102	288
Штовхання (від себе)	п	196	620	168	558	142	466	140	388	131	418
	л	167	570	118	500	100	446	88	378	89	359
Витягування (угору)	п	54	192	69	249	92	268	76	250	79	219
	л	34	182	59	238	68	240	68	236	59	198
Штовхання (вниз)	п	69	188	78	209	100	260	101	238	78	230
	л	49	156	68	189	82	228	82	220	68	209
Відведення (від себе)	п	54	150	58	148	58	150	62	166	68	188
	л	31	138	29	129	38	138	39	146	29	142
Приведення (до себе)	п	78	226	78	239	88	236	68	226	79	238
	л	49	192	58	209	78	200	62	216	68	228

Крім того, при порівнянні середньої сили м'язів РО різної статі, що виконують роботи середньої важкості, у чоловіків ці показники виявилися достовірно вищими, ніж у жінок. Таким чином, за результатами дослідження встановлено, що РО-жінки мають гірші показники за низкою показників сили м'язів того, як це продемонстровано в табл. 2.

Таблиця 2

Середня сила м'язів реабілітологів-операторів різної статі, які виконують роботу середньої важкості, H

Група м'язів	Чоловіки, H	Жінки, H
М'язи кисті руки (стискання динамометра), права – ліва	380 360	220 200
Біцепс руки, права – ліва	280 270	130 130
Згинальний м'яз кисті руки, права – ліва	280 270	210 200
Розгинальний м'яз кисті, права – ліва	230 210	180 170
М'язи великого пальця руки, права – ліва	120 100	80 80
Станові м'язи (випрямлення тулуба)	1200	700

На працю РО впливає стільки випадкових факторів, що випадкова реакція може відповідати надійності 0–0,999. Тому розуміння про роботу системи “РО – технічний засіб” часто носить якісний характер. При нормальному функціонуванні РО допускає помилки. До зниження надійності приводять такі фактори: невідповідність робочого місця призначенню й поганий порядок на ньому, погане освітлення, висока температура та рівень шуму, неякісна конструкція пристосувань, ручних інструментів і контрольно-вимірювальних приладів, грубе поводження при транспортуванні, збереженні чи контролі, неправильна організація й планування роботи, нечітка інформація щодо отриманих результатів, неякісні робочі інструкції, креслення та їх відсутність, недостатнє, погане керівництво, неефективний підбір і підготовка працівників або відсутність зацікавленості в роботі, низький рівень сенсорної інформації, не відповідний функціональний стан РО [6; 5].

Існують такі типи виробничих помилок у РО:

1) відхилення від схемної (конструкторської, технологічної) документації при складанні; використання неякісних матеріалів, монтажу, паяння, пошкодження деталей, неправильні розміри;

2) ігнорування вимог щодо перевірки апаратури. Однак надійність апаратури, що керується вручну, вища від автоматизованої.

Помилки оператора при цьому також можливі внаслідок невиконання частини завдання або операції; невиконання завдання або операції; виконання завдання в неправильній послідовності; виконання непотрібного завдання або операції, що наведено на рис. 1.



Рис. 1. Класифікація й типи помилок, її вплив на виконання завдання РО

На основі цього, для передбачення та оцінки надійності роботи “реабілітолога-оператора” потрібно:

- 1) визначити найбільш імовірні помилки людини й способи їх компенсацій (у самих пристроях);
- 2) передбачити найбільш часті та небезпечні помилки;
- 3) визначити очікувану частоту відмови системи “РО – технічний засіб” із вини людини;

4) передбачити імовірність того, які саме помилки і який за значенням вплив справлятимуть на роботу системи та її успішність. Помилки можуть бути з вини оператора або як наслідок неякісної системи й умов експлуатації.

Висновки:

1. Наведені особливості системної організації функцій і механізмів роботи “реабілітолога-оператора” при різних ергономічних впливах, розробка способів їх оцінки дають змогу сформулювати правила прогнозування результатів діяльності та оцінки функціональних станів реабілітолога.
2. Такий системний підхід дає вагомі результати при вивченні закономірностей функціонування систем та організму “реабілітолога-оператора” в різних умовах взаємодії із навколишнім зовнішнім і біосоціальним середовищем.
3. У дослідженні зареєстровано істотні зміни сили м’язів рук між чоловіками й жінками, які треба використовувати в роботі “реабілітолога-оператора”.

Список використаної літератури

1. Горго Ю. П. Выбор алгоритма оценки и управления функциональными рабочими состояниями операторов / Ю. П. Горго // Человек в экстремальных условиях: здоровье, надёжность и реабилитация : материалы докл. 5 междунар. науч.-практ. конгр. “Ассоциации авиационно-космической, морской, экстремальной и экологической медицины России”. – 2006. – С. 401–403.
2. Горго Ю. П. Екологічна біофізика людини : навч. посіб. / Горго Ю. П., Маліков М. В., Богдановська Н. В. – Запоріжжя : ЗНУ, 2006. – 175 с.
3. Горго Ю. П. Синхронизация функциональных состояний человека с гелио-геофизическими факторами / Ю. П. Горго, М. В. Рагульская // Здоров’я та довголіття. Інтегративна медицина. – К. : [б. в.], 2007. – С. 84–86.
4. Горго Ю. П. Основи психофізіології / Ю. П. Горго, Г. М. Чайченко. – Херсон : Персей, 2002. – 246 с.
5. Горго Ю. П. Информационная оценка организации медико-физиологических показателей / Ю. П. Горго, Ю. Я. Садовская, Н. В. Харковлюк-Балакина // Вісник Вінницького національного медичного університету. – № 10 (2). – 2006. – С. 332–333.
6. Горго Ю. П. Информационная оценка физиологических сигналов человека при изменении его психоэмоциональных состояний / Ю. П. Горго // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – № 6. – 2007. – С. 82–86.
7. Иванов-Муромский К. А. Нейрофизиология. Нейрокибернетика. Нейробионика / Иванов-Муромский К. А. – Киев : Выща шк., 1985. – 240 с.
8. Попадюха Ю. А. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах : монографія / Ю. А. Попадюха, Ю. П. Горго. – К. : ПВП “Задруга”, 2008. – 199 с.
9. Федорчук С. В. Оцінка ефективності діяльності за показниками психофізіологічних функцій у операторів систем стеження / С. В. Федорчук, Ю. П. Горго, Ю. Я. Садовська // Вісник КНУ : Проблеми регуляції фізіологічних функцій. – № 11. – 2006. – С.17–19.

Анотації

У статті представлено аналіз основних факторів впливу на керуючі дії реабілітолога-оператора. Дані проведеного дослідження свідчать, що на дії реабілітолога-оператора впливають стільки випадкових факторів, що випадкова реакція може відповісти надійності від 0 до 0,999. Оцінюючи середню силу м’язів РО, який виконує роботу середньої важкості, вона виявилась у чоловіків вищою, ніж у жінок.

Ключові слова: фактори впливу, реабілітолог-оператор, виробничі помилки.

Юрий Попадюха, Оксана Глыняна, Юрий Горго. Влияние эргономических факторов среды на руководящие действия оператора-реабилитолога. В статье представлен анализ основных факторов влияния на управляющие действия реабилитолога-оператора. Данные проведенного исследования свидетельствуют, что на действия реабилитолога-оператора влияет столько случайных факторов, что случайная реакция может соответствовать надёжности от 0 до 0,999. Оценивая среднюю силу мышц РО, который выполняет работу средней тяжести, она оказалась у мужчин выше, чем у женщин.

Ключевые слова: факторы влияния, реабилитолог-оператор, производственные ошибки.

Yurii Popadiukha, Oksana Hlyniana, Yurii Horho. Influence of Environmental Ergonomic Factors on Controlling Activities of Operator-Rehabilitator. The article presents the analysis of main influential factors on controlling activities of operator-rehabilitator. Data collected during the research prove that actions of operator-rehabilitator are influenced by so many random factors that accidental reaction may fit from 0 till 0,999. Estimating average muscle strength of an operator-rehabilitator who is doing job of average difficulty, it appeared to be higher among men than among women.

Key words: factors of influence, operator-rehabilitator, production mistake.