

Юрій Попадюха,
Оксана Глинняна,
Юрій Горго

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 та 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 необхідно розглядати питання пристосування людини до нього. Знати біофізичні особливості роботи організму людини важливо, особливо в останній час, під час зміни людиною свого середовища існування, в екстремальних ситуаціях, у разі прийняття неадекватних рішень, при патології, дії різних випромінювань, в операторській праці та при взаємодії з технічним середовищем [1–3]. Робота реабілітолога, по 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, які направлені на пізнання об'єкта й умов праці (дотиком, обмачуванням і вимірюванням);
- 3) пристосувальні рухи: установчі, врівноважуючі.

Під час роботи РО існують три групи характеристик: просторові, швидкісні, силові. Просторові характеристики визначаються антропометричними, а швидкісні поділяються на мінімальні, оптимальні та максимальні за швидкістю рухи. Мінімальні рухи здійснюються пальцями. Якщо середній час руху пальцями $t_1=1$ одиниці, то рух кисті та пальців $t_2=2$ одиниці; передпліччя, кисті й пальців $t_3=3$ одиниці; руки повністю $t_4=4$ одиниці, нахил корпуса й випрямлення $t_5=17$ одиниць. Швидкість руху залежить від напрямлення 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). У разі частого прикладання протягом довгого часу звичайно використовують $F_{opt}=0,6\text{--}0,65 F_{max}$ [3; 4]. Індивідуально F_{max} визначають при одноразовому випробуванні. Із віком зміни сили руки в чоловіків у 60 років зменшується вдвічі по відношенню до сили в 30 років, а в жінок це зменшення – втрічі. Кількість і характер рухів визначають фізичне навантаження в процесі роботи. *Оптимальні значення навантаження* не приводять РО в кінці роботи – чергування (через 6 годин) до явної втоми, вони справляють тренуючу дію, підвищуючи функціональні можливості організму. *Допустимі значення навантаження* (через 8 годин) не викликають у РО до кінця роботи (zmіни) надмірної втоми й відхилень у здоров'ї людини протягом трудового періоду.

Зменшенню втомлюваності та підвищенню продуктивності праці РО сприяє дотримання принципів економії рухів і 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 [5–7].

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) і “Розробка технологій забезпечення психофізичної реабілітації та оздоровлення людини” (№ держ. реєстр. 0111U003539).

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

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Оцінюючи надійність систем “реабілітолог-оператор” (СРО), необхідно аналізувати обидва елементи 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 з вини людини складає 60–95 % [7; 8].

Це пояснюється тим, що фактори психофізіології менш точно та 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 числа факторів.

Робота РО залежить від його фізіологічного стану, ступеня втоми, впливу зовнішнього середовища (шумів), тривалості навчання, спонукаючих 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_{опт}, F_{макс}), які розвивають руки людини, відносно сагітальної осі тіла, Н

Характер і напрям руху руки	Рука	F _{опт}	F _{макс}								
Положення руки	180 ⁰		150 ⁰		120 ⁰		90 ⁰		60 ⁰		
Витягування (на себе)	п л	216 196	540 520	236 168	530 500	168 130	468 426	148 126	396 359	96 102	380 288
Штовхання (від себе)	п л	196 167	620 570	168 118	558 500	142 100	466 446	140 88	388 378	131 89	418 359
Витягування (угору)	п л	54 34	192 182	69 59	249 238	92 68	268 240	76 68	250 236	79 59	219 198
Штовхання (вниз)	п л	69 49	188 156	78 68	209 189	100 82	260 228	101 82	238 220	78 68	230 209
Відведення (від себе)	п л	54 31	150 138	58 29	148 129	58 38	150 138	62 39	166 146	68 29	188 142
Приведення (до себе)	п л	78 49	226 192	78 58	239 209	88 78	236 200	68 62	226 216	79 68	238 228

Крім того, під час порівняння середньої сили м’язів РО різної статі, що виконують роботи середньої важкості, у чоловіків ці показники виявилися достовірно вищими, ніж у жінок. Отже, 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, Н**

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

На працю РО впливає стільки випадкових факторів, що випадкова реакція може відповісти надійності 0–0,999. Тому розуміння про роботу системи “РО – технічний засіб” часто носять 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 пристрій, грубе поводження під час транспортування, збереження чи контролю, 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 [8; 9].

Існують такі типи виробничих помилок у РО:

- 1) відхилення від схемної (конструкторської, технологічної) документації під час складання; використання неякісних матеріалів, монтажу, паяння, пошкодження деталей, неправильні розміри;
- 2) ігнорування вимог щодо перевірки апаратури. Однак надійність апаратури, яка керується вручну, вища автоматизованої.

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



Рис. 1. Класифікація й типи поミлок, її вплив на виконання завдання РО

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

- 1) визначити найбільш імовірні поミлки людини та способи їх компенсацій (у самих пристроях);
- 2) передбачити найбільш часті й небезпечні поミлки;
- 3) визначити очікувану частоту відмови системи “РО–технічний засіб” із вини людини;
- 4) передбачити ймовірність того, які саме поミлки та який за значенням вплив спровокують на роботу системи та її успішність. Поミлки можуть бути з вини оператора або як наслідок неякісної системи й умов експлуатації.

Висновки й перспективи подальших досліджень:

1. Наведені особливості системної організації функцій та механізмів роботи “реабілітолога-оператора” за різних ергономічних впливів, розробка способів їх оцінки дають змогу сформувати правила прогнозування результатів діяльності та оцінки функціональних станів реабілітолога.
2. Такий системний підхід дає вагомі результати під час вивчення закономірностей функціонування систем та організму “реабілітолога-оператора” в різних умовах узаємодії з навколошнім зовнішнім та біосоціальним середовищем.
3. У дослідженні зареєстровано істотні зміни сили м'язів рук між чоловіками й жінками, що треба використовувати в роботі “реабілітолога-оператора”.

Література

1. Горго Ю. П. Выбор алгоритма оценки и управления функциональными рабочими состояниями операторов / Ю. П. Горго // Человек в экстремальных условиях: Здоровье, надежность и реабилитация : материалы докл. 5 Междунар. науч.-практ. конгр. “Ассоциации авиационно-космической, морской, экстремальной и экологической медицины России”. – № 10. – 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. Попадюха Ю. А. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехніческих системах : монографія / Ю. А. Попадюха, Ю. П. Горго. – К. : ПВП “За друга”, 2008. – 199 с.
4. Горго Ю. П. Основи психофізіології / Ю. П. Горго, Г. М. Чайченко. – Херсон : Персей, 2002. – 246 с.
5. Иванов-Муромский К. А. Нейрофизиология. Нейрокибернетика. Нейробионика / Иванов-Муромский К. А. – Киев : Выща школа, 1985. – 240 с.

6. Горго Ю. П. Синхронизация функциональных состояний человека с гелиогеофизическими факторами / Ю. П. Горго, М. В. Рагульская // Здоров'я та довголіття. Інтегративна медицина. – К. : [б. в.], 2007. – С. 84–86.
7. Федорчук С. В. Оцінка ефективності діяльності за показниками психофізіологічних функцій у операторів систем стеження / С. В. Федорчук, Ю. П. Горго, Ю. Я. Садовські // Вісник КНУ. Проблеми регуляції фізіологічних функцій. – № 11. – 2006. – С. 17–19.
8. 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.
9. Горго Ю. П. Информационная оценка физиологических сигналов человека при изменении его психо-эмоциональных состояний / Горго Ю. П. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – № 6. – 2007. – С. 82–86.

Анотації

Подано аналіз основних факторів впливу на керуючі дії реабілітолога-оператора. Дані проведенного дослідження свідчать, що на дії реабілітолога-оператора впливають стільки випадкових факторів, що випадкова реакція може відповідати надійності від 0 до 0,999. Оцінюючи середню силу м'язів РО, який виконує роботу середньої важкості, виявили, що вона в чоловіків вища, ніж у жінок.

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

Юрий Попадюха, Оксана Глыняна, Юрий Горго. Влияние эргономичных факторов среды на управляющие действия оператора-реабилитолога. Даётся анализ основных факторов влияния на управляющие действия реабилитолога-оператора. Данные проведённого исследования свидетельствуют, что на действия реабилитолога-оператора влияют столько случайных факторов, что случайная реакция может соответствовать надёжности от 0 до 0,999. Оценивая среднюю силу мышц РО, который выполняет работу средней тяжести, определили, что у мужчин она выше, чем у женщин.

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

Yuriii Popadiukha, Oksana Hlynyana, Yuriii Horho. The Ergonomic Influence on the Regulating Actions of the Rehabilitation Operator. In the article the analysis of the main factors of influence on the regulating actions of the rehabilitation operator is presented. The results of the research indicate that a lot of unexpected factors influence on the operator's actions, and casual reaction may correspond to reliability from 0 to 0.999. Evaluating the average strength of muscles of the rehabilitation operator, who accomplishes the work of the average difficulty, it turned out that men's average strength of muscles is higher than women's.

Key words: factors of influence, rehabilitation operator, industrial mistakes.