

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЧИННИКІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ ТЯЖКІСТЬ ПРАЦІ ЗОВНІШНІХ ПІЛОТІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ****В.В. Кальниш<sup>1</sup>, А.В. Швець<sup>1</sup>, О.В. Мальцев<sup>1</sup>, Н.В. Коваль<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Українська військово-медична академія, м. Київ, Україна<sup>2</sup>Військово-медичний клінічний центр Центрального регіону, м. Вінниця, Україна

**Вступ.** Останнім часом зростає кількість досліджень щодо ефективності застосування невеликих дистанційно пілотованих літальних апаратів, використання яких вимагає значної взаємодії з людьми. Вивчення людського фактору, пов'язаного з пілотуванням безпілотних літальних апаратів значно сприяє ефективності використання їх за призначенням. Важкість праці на робочому місці, є вагомим фактором ризику захворювань серцево-судинної, нервової систем та опорно-рухового апарату людини. Тому питання вивчення шкідливої дії факторів професійного середовища на здоров'я операторів безпілотних авіаційних комплексів є актуальним та своєчасним.

**Мета.** Вивчити вплив факторів, що формують тяжкість праці зовнішніх пілотів БпАК І класу «Легкі» в їхньому професійному середовищі.

**Матеріали та методи.** Досліджено 41 військовослужбовців – чоловіків 20-35 років, які мали досвід управління БпАК І класу «Легкі» та залучались до виконання широкого спектру професійних завдань. За спеціально розробленою анкетною, що віддзеркалювала питання щодо факторів тяжкості праці зовнішніх пілотів під час їх професійної діяльності, було проведено оцінювання їх впливу за 100 бальною шкалою на функціональний стан, а також оцінювались часові параметри професійного навантаження в годинах та окремі кількісні показники в абсолютних одиницях. Статистичний аналіз даних було проведено з залученням методів параметричної (t-критерій Стьюдента) статистики, кластерного та факторного аналізу з допомогою пакету програм STATISTICA 13.3.

**Результати.** Відмітимо, що фактичні фізичні навантаження для всіх операторів були стандартними, але враження від дії цих подразників різко відрізнялися тому для здійснення подальшого аналізу вражень операторів по ряду компонентів фактору тяжкості праці досліджуваній контингент з допомогою кластерного аналізу (методом k-середніх) було розбито на дві більш однорідні групи, які умовно названо групою з «тяжкими» фізичними навантаженнями (група 1) та групою з «легкими» фізичними навантаженнями (група 2). Показано, що враження від тяжкості праці осіб групи 1 є набагато вищими, ніж для осіб групи 2 за рядом показників. З допомогою методу головних компонент факторного аналізу виявлена наявність спеціальної побудови прихованих факторів, що формують працездатність цих осіб.

**Висновки.** Виділено дві групи операторів БпАК, більш однорідних за своїми враженнями від дії компонентів фактору тяжкості праці та побудовані розв'язувальні правила для визначення приналежності до тієї чи іншої групи модальності вражень відносно характеристик компонентів фактору тяжкості праці, які умовно названо групами з «тяжкими» та з «легкими» фізичними навантаженнями. Виділено два прихованих фактори, що впливають на формування емоційного стану операторів БпАК з «значною» тяжкістю праці, які сумарно пояснюють існування дисперсії оброблюваних даних на 62,8%. Перший з них фактор «регуляції фізичної активності» формується з допомогою трьох достовірно зв'язаних з ним складових і пояснює 37,1% загальної дисперсії вихідних даних. Другий прихований фактор «впливу некомфортності пози» пояснює 25,7% дисперсії аналізованих даних. Виділено два прихованих фактори, що впливають на формування емоційного стану операторів БпАК з «легкою» тяжкістю праці, які сумарно пояснюють дисперсію використаних даних на 43,3%. Перший прихований фактор «проблем початку дня» сумарно пояснює 23,2% дисперсії. Другий прихований фактор «подолання напруги сенсорних систем організму» пояснює 20,1% загальної дисперсії вихідних даних.

**Ключові слова:** зовнішні пілоти, безпілотний авіаційний комплекс, професійне середовище, тяжкість праці, шкідливість праці, функціональний стан.

**Вступ.** Останнім часом зростає кількість досліджень щодо ефективності застосування невеликих дистанційно пілотованих літальних апаратів [1, 2]. Переважна більшість цих досліджень стосується технічних специфікацій та програмного забезпечення, зосереджених на збільшенні тривалості автономної роботи або більш ефективного

виконання різних типів завдань [3, 4]. Але не слід забувати про те, що використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) вимагає значної взаємодії з людьми, а вивчення людського фактору, пов'язаного з пілотуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) значно сприяє ефективності використання їх за призначенням [5]. Також

враховуючи надзвичайну важливість військового використання дорнів з метою захисту нашої держави, ми повинні проводити вивчення всіх можливих негативних наслідків професійної діяльності на здоров'я операторів БпАК.

Продовжуючи роботу над дослідженням впливу факторів професійного середовища на організм операторів БпАК [6, 7, 8], що за класами БпАК відносяться до I класу «Легкі» (злітною масою до 150 кг) відповідно наказу Міністерства оборони України від 08 грудня 2016 року № 661 «Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України» [9], подальшим напрямом досліджень є вивчення особливостей їх індивідуального відчуття важкості праці (фізичного навантаження). Поняття важкості (тяжкості) праці найчастіше відноситься до такого виду робіт, для виконання яких необхідно застосовувати м'язові зусилля. Згідно гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу основними характеристиками важкості праці є рівень загальних енергозатрат організму або фізичне динамічне навантаження, маса вантажу, що піднімається і переміщується, загальна кількість стереотипних робочих рухів, величина статичного навантаження, робоча поза, переміщення у просторі [10].

Різні групи авторів у своїх дослідженнях умов праці та професійної захворюваності показують, що важкість праці і напруженість трудового процесу мають безпосередній вплив на рівень захворюваності працівників, їх працездатність та якість життя [11, 12]. Зокрема, Гордієнко Л.М. у своїх дослідженнях показує залежність чинників професійного навантаження (важкість та напруженість праці) з розвитком гіпертонічної хвороби серед медичних працівників [13]. У роботі Ященка Д. А. показано, що напруженість і важкість праці на робочому місці, є вагомими факторами ризику цереброваскулярних захворювань [14]. Тому питання вивчення шкідливої дії важкості праці і напруженості трудового процесу на працівників всіх видів професій залишається актуальним та своєчасним адже це дасть можливість розробки та впровадження заходів стосовно профілактики професійних захворювань викликаних цими шкідливими факторами професійного середовища.

**Мета роботи.** Вивчити вплив факторів, що формують тяжкість праці зовнішніх пілотів БпАК I класу «Легкі» в їхньому професійному середовищі.

**Матеріали та методи дослідження.** У дослідженні брали участь 41 військовослужбовців чоловічої статі віком від 20 до 35 років, які мали достатній досвід управління БпАК I класу «Легкі» та залучались до виконання широкого спектру професійних завдань. За спеціально розробленою анкетною, що віддзеркалювала питання щодо факторів тяжкості праці зовнішніх пілотів під час їх професійної діяльності, було проведено оцінювання їх впливу за 100 бальною шкалою на функціональний стан, а також оцінювались часові параметри професійного навантаження в годинах та окремі кількісні показники в абсолютних одиницях.

Статистичну перевірку контингенту розраховували математично шляхом визначення мінімально достатнього обсягу варіантів для характеристики невеликої генеральної вибірки (до 200 осіб) і забезпечення її репрезентативності за допомогою критерію Стьюдента та ступеневої оцінки

Для оцінки відчуття впливу чинників трудового середовища під час професійної діяльності операторів в анкеті враховувались окремі фактори важкості трудового процесу, зазначені в Державних санітарних нормах і правилах та доповнено іншими питаннями, на які звернули увагу оператори під час створення проєкту опитувальника [10].

В даній анкеті були відображені питання щодо сприйняття впливу факторів професійного середовища (потреба у високій швидкості та значні фізичні зусилля на робочому місці; вага вантажу, що потрібно переносити в руках на відстань більше 5 метрів (в кг.), скільки разів за робочий день, та в які періоди робочої зміни; спокійна одноманітна робота; кількість одноманітних рухів руками, що повторювались протягом робочого часу; виникнення сонливості під час роботи; необхідність для роботи вимушених нахилів корпусу і наскільки вони некомфортні; необхідність тривалого збереження вимушеної пози з обмеженістю рухової активності; частота суджень про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо); притаманна робоча поза для професійної діяльності; необхідність підтримки постійної готовності

до активної фізичної діяльності; відстань яка в середньому долається пішки за робочий час в кілометрах та годинах на рівнинній і на горбистій місцевості). Ці питання були сформульовані нами на основі власного досвіду контент-аналізу службової діяльності дистанційних пілотів та вивчення наявних публікацій із зазначених питань.

Усі дослідження проводились відповідно до етичних стандартів відповідального комітету та Гельсінської декларації та були схвалені Комісією з біоетики Української військово-медичної академії.

Статистичну обробку даних проводили методами описової та непараметричної статистики, а також кластерного, покрового дискримінантного та факторного аналізу з використанням пакету програм STATISTICA 13.3, ліцензія AXA9051924220FAACD-N.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Фактор тяжкості праці можна визнати одним з найважливіших при аналізі професійної діяльності операторів БпЛА. Це обумовлено змістом роботи цих фахівців. Оператор повинен досить часто міняти свою дислокацію, що потребує значних фізичних зусиль. Крім того, управління дроном вимагає здійснювати досить багато незначних рухів руками в некомфортній позі, що перетворює роботу в монотонну та підвищує рівень тяжкості праці. Все ж, можна сказати, що враження різних операторів, що формуються під дією компонентів фактору тяжкості праці не є однаковими. Попередній аналіз реакцій досліджуваного контингенту показав наявність суттєвої неоднорідності вражень окремих операторів по ряду компонентів фактору тяжкості праці. Тому для здійснення подальшого аналізу досліджуваній контингент було розбито на дві групи, які умовно можна назвати групою з «тяжкими» фізичними навантаженнями (група 1) та групою з «легкими» фізичними навантаженнями (група 2). Звісно, фактичні фізичні навантаження для представників обох груп були стандартними, але враження від дії цих подразників різко відрізнялися. Аналіз цього феномену буде надано нижче. Поділ досліджуваного контингенту був не довільним, а здійснювався з допомогою кластерного аналізу (методом k-середніх). Отримані розв'язувальні правила, необхідні для віднесення кожного з операторів до відповідної групи з вірогідністю 100% представлені нижче:

$$U_1 = -6,76 + 0,106 \times X_1 + 0,256 \times X_2 + 0,054 \times X_3 - 0,025 \times X_4 + 0,114 \times X_5 + 0,643 \times X_6 + 0,812 \times X_7 + 0,612 \times X_8;$$

$$U_2 = -31,79 + 0,276 \times X_1 - 0,156 \times X_2 + 0,132 \times X_3 - 0,074 \times X_4 + 0,219 \times X_5 + 1,568 \times X_6 + 0,812 \times X_7 + 2,049 \times X_8,$$

де:  $X_1$  – кількість разів перенесення в руках вантажу, на відстань більше 5 метрів за робочий день;  $X_2$  – період робочої зміни коли переноситься в руках вантаж, на відстань більше 5 метрів;  $X_3$  – притаманні для роботи вимушені нахили корпусу наскільки некомфортні вимушені нахили корпусу;  $X_4$  – часто приходиться судити про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо);  $X_5$  – необхідність підтримки постійної готовності до активної фізичної діяльності;  $X_6$  – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю;  $X_7$  – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю;  $X_8$  – середнє переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю.  $U_1$  – група 1,  $U_2$  – група 2.

Для віднесення особи за рівнем її вражень до відповідної групи потрібно розрахувати результати по наведеним рівнянням. Діагностовано особа належить до групи з більшим результатом проведених розрахунків.

Результати поділу на дві групи по параметру переміщення вантажу наведені в табл. 1.

При аналізі даних цієї таблиці відразу можливо констатувати, що глибина вражень від високої швидкості та значних фізичних зусиль на робочому місті значно превалує у представників групи 1 (на 45,5%). Це може свідчити про їх більшу вразливість та фізичну не тренованість. Але і кількість разів перенесення в руках вантажу, на відстань більше 5 метрів за робочий день у представників групи 1 на 51,6% більша, ніж в групі 2. Тут напрошується висновок, що представники невеликої групи 1 (які складають 22,9% від загальної чисельності досліджуваного контингенту) є більш мобільними при виконанні, можливо, більш складних завдань. Тому і їх враження від високої швидкості та значних фізичних зусиль є більш потужними.

Таблиця 1

**Характеристики вражень операторів групи 1 та 2 від переміщення вантажу**

Показники	Група 1 («тяжка»)		Група 2 («легка»)		ΔM, %
	M <sub>1</sub> ±m	CV, %	M <sub>2</sub> ±m	CV, %	
Потреба у високій швидкості та значні фізичні зусилля на робочому місті%	48,4±6,52**	44,7^^	26,3±3,33	77,2	45,5
Кількість разів перенесення в руках вантажу, на відстань більше 5 метрів за робочий день	36,4±7,78**	70,9^^	17,6±2,27	78,5	51,6
Період робочої зміни коли переноситься в руках вантаж, на відстань більше 5 метрів, %	2,3±0,45	65,5	4,3±0,60	84,6	-87,0

**Примітка:** \*\* - достовірність різниці середніх між групами 1 та 2 за - t-критерієм Стьюдента відповідно на рівні p<0,01. Такий результат підтверджується з допомогою непараметричного тесту U Манна-Уїтні; ^^ - достовірність різниці дисперсій між даними груп 1 та 2 за F-критерієм Фішера відповідно на рівні p<0,01. ΔM=100×(M1-M2)/M1.

Інший параметр, що висвітлює період робочої зміни коли переноситься в руках вантаж на відстань більше 5 метрів практично не відрізняється у обох групах, що констатує стандартний початок роботи в обох групах. Монотонність роботи справедливо вважається характеристикою напруженості праці. Але коли професійна діяльність обтяжується

великою кількістю одноманітних рухів руками, що повторювались протягом робочого часу (біля 50% зміни), доцільно дослідити вплив цього і дотичних до нього параметрів на рівень тяжкості праці. Дані для аналізу вказаних показників для груп 1 та 2 наведені в табл. 2.

Таблиця 2

**Характеристики вражень операторів групи 1 та 2 від одноманітних фізичних навантажень**

Показники	Група 1 («тяжка»)		Група 2 («легка»)		ΔM, %
	M <sub>1</sub> ±m	CV, %	M <sub>2</sub> ±m	CV, %	
Спокійна одноманітна робота, %	39,5±2,93	24,6	37,1±3,05	50,0	6,1
Кількість одноманітних рухів руками, що повторювались протягом робочого часу, %	47,2±8,63	60,6	48,5±4,30	54,0	-2,7
Виникнення сонливості під час роботи, %	52,1±6,68	42,5	41,1±4,14	61,3	21,1
Часто приходиться судити про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо), %	43,5±6,62	50,4	33,9±4,85	87,0	22,1
Необхідність підтримки постійної готовності до активної фізичної діяльності, %	60,4±8,37*	46,0	41,6±4,03	58,9	31,1

**Примітка:** \* - достовірність різниці середніх між групами 1 та 2 за - t-критерієм Стьюдента відповідно на рівні p<0,01. Такий результат підтверджується з допомогою непараметричного тесту U Манна-Уїтні. ΔM=100×(M1-M2)/M1.

Перш за все потрібно відмітити, що на погляд представників обох груп спокійна одноманітна робота при виконанні завдань займає близько 50% часу. Це відчит про можливість розвитку стану монотонії у осіб обох груп і підтверджується даними, що у 40-50% осіб виникає симптом розвитку монотонії – сонливість. Симптом монотонії часто підсилюється депривацією деяких зовнішніх подразнень. Такими зовнішніми подразниками можуть бути вібрація корпусу,

шум, поява сторонніх звуків тощо, одноманітність яких підсилює прояви стану монотонії. Таких подразників за зміну виявляється 30-45% для операторів обох груп. Велика кількість одноманітних рухів руками, дія одноманітних зовнішніх впливів, розвиток сонливості, наслідком яких є розвиток стану монотонії, – потребують підтримки постійної готовності до активної фізичної діяльності, яка, як правило, досягається підвищенням емоційного напруження оператора,

необхідного для якісного виконання наданих командуванням завдань. Висловлена думка підтверджується тим, що у більш фізично навантажений операторів групи 1 (табл. 1) спостерігається наявність суттєвішої необхідності в підтримці постійної готовності до активної фізичної діяльності (на 31,1% більше ніж в групі 2). Таким чином, обидва взаємопов'язаних параметри тяжкості та напруженості праці у операторів БпЛА групи 1 є більш вираженими.

Вагомою характеристикою, що сприяє поглибленню рівня тяжкості праці, є вимушена робоча поза, її динамічні та сталі

параметри. Перш за все, потрібно відмітити, що вимушені та некомфортні нахили корпусу притаманні роботі операторів обох груп (55,5% для групи 1 та 64,1% для групи 2). Це свідчить про високе напруження м'язів тулуба операторів групи 1 та групи 2. Посилює описаний ефект необхідність тривалого збереження вимушеної пози з обмеженістю рухової активності біля третини часу зміни (40,6% для представників групи 1 та 31,3% для представників групи 2). Дані для аналізу вказаних показників для груп 1 та 2 наведені в табл. 3.

Таблиця 3

## Характеристики вражень операторів групи 1 та 2 від підтримки вимушеної пози

Показники	Група 1 («тяжка»)		Група 2 («легка»)		ΔM, %
	M <sub>1</sub> ±m	CV, %	M <sub>2</sub> ±m	CV, %	
Ступінь некомфортності притаманних роботі вимушених нахилів корпусу, %	34,6±8,71*	83,4 <sup>^</sup>	16,5±2,76	102,0	52,2
Необхідність тривалого збереження вимушеної пози з обмеженістю рухової активності, %	55,5±5,08	30,3	64,1±4,71	44,8	-15,5
Необхідність тривалого збереження вимушеної пози з обмеженістю рухової активності, %	40,6±9,25	75,5	31,3±5,19	100,8	22,9

**Примітка:** \* - достовірність різниці середніх між групами 1 та 2 за t-критерієм Стьюдента відповідно на рівні p<0,05. Такий результат підтверджується з допомогою непараметричного тесту U Манна-Уїтні; <sup>^</sup> - достовірність різниці дисперсій між даними груп 1 та 2 за F-критерієм Фішера відповідно на рівні p<0,05. ΔM=100×(M<sub>1</sub>-M<sub>2</sub>)/M<sub>1</sub>.

За обговореними показниками рівень тяжкості праці достатньо великий та майже однаковий для обох груп. Але ще один показник, який різко відрізняє рівень відчуттів аналізованих груп, це показник - ступінь некомфортності притаманних роботі вимушених нахилів корпусу, який підкреслює наявність не тільки значних фізичних зусиль з боку представників групи 1, але й емоційних хвилювань цих осіб. Ступінь некомфортності притаманних роботі вимушених нахилів корпусу операторів групи 1 суттєво переважає таку для групи 2 на 52,2%. Причиною такої різниці, ймовірно, є більш висока чутливість до погіршення комфортності діяльності у операторів групи 1.

Остаточне вирішення проблеми оцінки тяжкості праці у представників обох аналізованих груп потребує обговорення фізичного навантаження операторів при переміщенні пішки. Цінність цих показників полягає в їх об'єктивності. Характеристики вражень операторів групи 1 та 2 від умов переміщення пішки представлені в табл. 4.

Праця операторів відбувається як на рівнинній, так і на горбистій місцевості. Причому на горбистій місцевості фізичні перевантаження є дещо більшими, ніж на рівнинній. Відстань, яку долає оператор групи 1 на рівній місцевості і 1,89 рази більша, ніж на горбистій, а час подолання цієї відстані більше тільки в 1,36 раз. Коефіцієнт для оцінки тяжкості праці при переміщенні на рівнинній місцевості складає 0,86 год/км, а на горбистій місцевості - 1,19 год/км. Відношення цих коефіцієнтів оцінює складність подолання відстані на горбистій місцевості для представників групи 1 і дорівнює 1,38. Якщо провести такі ж розрахунки для осіб групи 2 можна отримати такі результати. Відстань, яку долає оператор групи 2 на рівній місцевості і 4,23 рази більша, ніж на горбистій, а час подолання цієї відстані дещо менша - 4,13 рази. Коефіцієнт для оцінки тяжкості праці при переміщенні на рівнинній місцевості складає 0,60 год/км, а на горбистій місцевості - 0,62 год/км. Відношення цих коефіцієнтів оцінює складність подолання відстані на горбистій місцевості для представників групи 2 і дорівнює 1,03. Тобто, складність подолання

горбистої відстані (відносно рівнинної) для осіб групи 2 в 1,34 рази менша, ніж для осіб групи 2. І це не дивно, оскільки представники групи 1 долають відстань в 4,15 рази більшу за

осіб групи 2 на рівнинній місцевості та відповідно в 8,00 разів більшу на горбистій місцевості.

Таблиця 4

## Характеристики вражень операторів групи 1 та 2 від умов переміщення пішки

Показники	Група 1 («тяжка»)		Група 2 («легка»)		ΔM, %
	M±m	CV, %	M±m	CV, %	
Середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю, км	10,4±0,89***	28,4	5,5±0,52	57,9	47,1
Середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю, год	8,7±1,38***	52,3^	3,3±0,46	83,8	62,7
Середнє переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю, км	5,4±0,97***	60,3^^	1,3±0,28	126,1	75,9
Середнє переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю, год.	6,4±1,44***	75,1^^^	0,8±0,18	131,2	87,5

**Примітка:** \*\*\* - достовірність різниці середніх між групами 1 та 2 за - t-критерієм Стьюдента відповідно на рівні  $p < 0,001$ . Такий результат підтверджується з допомогою непараметричного тесту U Манна-Уїтні; ^, ^^, ^^ - достовірність різниці дисперсій між даними груп 1 та 2 за F-критерієм Фішера відповідно на рівні  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ .  $\Delta M = 100 \times (M_1 - M_2) / M_1$ .

Резюмуючи отримані результати потрібно констатувати, що враження від тяжкості праці осіб групи 1 є набагато вищими, ніж для осіб групи 2 за об'єктивними показниками подолання відстаней на рівнинній та горбистій місцевості, а також за низкою суб'єктивних характеристик відчуття: переживання рівня комфортності вимушеної пози, монотонності діяльності за параметром необхідності підтримки постійної готовності до активної фізичної діяльності та переміщення вантажу.

Вище показано, що за рядом показників тяжкість праці представників групи 1 є вищою, ніж у осіб групи 2. Тобто існує передумова наявності спеціальної побудови прихованих факторів, що формують працездатність цих осіб. Виявлення цих прихованих факторів здійснювалось з допомогою методу головних компонент факторного аналізу. Структуру зв'язків між виділеними прихованими факторами та їх компонентами, які характеризують тяжкість праці представників групи 1 наведено на рис. 1.

Для проведення подальшого аналізу було виділено два прихованих фактори, які сумарно пояснюють існування дисперсії оброблюваних даних на 62,8%, тобто тяжкість праці у осіб цієї групи формується достатньо детерміновано та передбачувано. Перший, найбільш вагомий (37,1%) фактор  $F1\uparrow h$  формується з допомогою трьох достовірно зв'язаних з ним складових: підтримка постійної готовності до активної фізичної діяльності; середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю (км); середнє

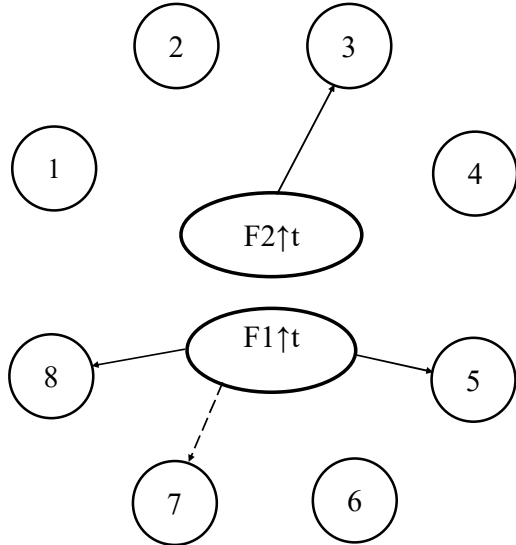
переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю (год). Показник підтримки постійної готовності до активної фізичної діяльності має позитивну кореляцію з  $F1\uparrow h$  і посилює її вплив при його рості. Тобто постійна готовність до роботи позитивно впливає на працездатність операторів групи 1, їх робочу активність. Разом з тим у цих операторів присутній компенсаторний механізм, який «притримує» поведінкову надактивність операторів. Він має дві складові, які пов'язані з прихованим фактором негативною кореляцією: середня відстань переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю та середній час переміщення пішки горбистою місцевістю. Збільшення фізичного навантаження, що супроводжує виконання завдання операторами, зменшує вплив прихованого фактору тим самим регулює інтенсивність їх зусиль в процесі роботи. Цей фактор можна назвати фактором «регуляції фізичної активності» оператора.

Другий фактор  $F2\uparrow h$  (пояснює 25,7% дисперсії аналізованих) поєднаний позитивною кореляцією тільки з однією складовою тяжкості праці: ступінь некомфортності вимушених нахилів корпусу притаманних роботі оператора. Очевидним є той факт, що збільшення відчуття некомфортності вимушених нахилів корпусу веде до підвищення ролі цього фактору в роботі оператора, підняття рівня тяжкості праці. Тому цей фактор можна назвати фактором «впливу некомфортності пози».

Як видно з проведеного аналізу на тяжкість праці операторів групи 1 впливають

приховані фактори F1↑h – фактор «регуляції фізичної активності» оператора та F2↑h – фактор «впливу некомфортності пози», складові яких найбільш інтенсивне формують тяжкість праці операторів групи 1.

Нижчою порівнюючи з групою 1 є тяжкість праці представників групи 2.

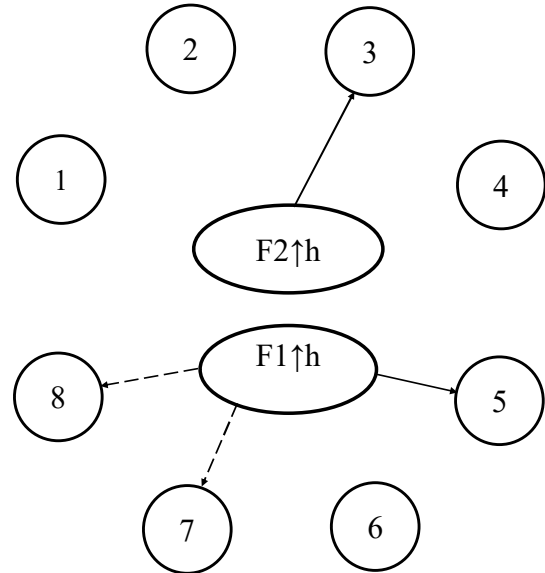


**Примітки:** 1 – кількість разів перенесення в руках вантажу, на відстань більше 5 метрів за робочий день; 2 – період робочої зміни коли переноситься в руках вантаж, на відстань більше 5 метрів; 3 – наскільки некомфортні вимушені нахили корпусу притаманні роботі; 4 – часто приходиться судити про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо); 5 – підтримка постійної готовності до активної фізичної діяльності; 6 – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю; 7 – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю; 8 – середнє переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю. Неперервна лінія – позитивний зв'язок між складовими тяжкості праці та прихованим фактором. Пунктирна лінія – негативний зв'язок між складовими тяжкості праці та прихованим фактором. F1↑h – фактор «регуляції фізичної активності» оператора; F2↑h – фактор «впливу некомфортності пози».

**Рисунок 1.** Структура зв'язків між виділеними прихованими факторами та їх компонентами, які характеризують тяжкість праці представників групи 1

Цей факт наводить на думку, що формування працездатності з допомогою прихованих факторів в цій групі відбувається дещо інакше, ніж в групі 1. Для підтвердження цієї гіпотези був застосований факторний аналіз (метод головних компонент). В результаті застосування цього аналізу були виділені два прихованих фактори, які разом

пояснюють 43,3% загальної дисперсії аналізованих даних, що в 1,45 раз менше, ніж фактори групи 1. Цей факт свідчить про значно більший внесок в хаотизацію варіювання складових даних групи 2. Структуру зв'язків між виділеними прихованими факторами та їх компонентами, які характеризують тяжкість праці представників групи 2 наведено на рис. 2.



**Примітки:** 1 – кількість разів перенесення в руках вантажу, на відстань більше 5 метрів за робочий день; 2 – період робочої зміни коли переноситься в руках вантаж, на відстань більше 5 метрів; 3 – наскільки некомфортні вимушені нахили корпусу притаманні роботі; 4 – як часто приходиться судити про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо); 5 – підтримка постійної готовності до активної фізичної діяльності; 6 – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю; 7 – середнє переміщення пішки за робочий час рівною місцевістю; 8 – середнє переміщення пішки за робочий час горбистою місцевістю. Неперервна лінія – позитивний зв'язок між складовими тяжкості праці та прихованим фактором. Пунктирна лінія – негативний зв'язок між складовими тяжкості праці та прихованим фактором. F1↓h – фактор «проблем початку дня» оператора; F2↓h – фактор «подолання напруги сенсорних систем організму».

**Рисунок 2.** Структура зв'язків між виділеними прихованими факторами та їх компонентами, які характеризують тяжкість праці представників групи 2

Перший найбільш потужний фактор F1↓h сумарно пояснює 23,2% дисперсії та має достовірний кореляційний зв'язок з показником період робочої зміни, коли

відбувається перенесення в руках вантажу на відстань більше 5 метрів. Можливо, початок робочого дня, ускладнений перенесення вантажу на досить велику відстань, викликає появу негативних відчуттів у операторів групи 2, які переміщують такий вантаж в 2,07 разів рідше ніж особи групи 1, такі фізичні зусилля на початку робочої зміни здаються надвеликими. З іншої сторони, важливість перенесення вантажу на початку робочої зміни свідчить про необхідність саме такої підготовки обладнання до виконання завдання. Тому такий початок дня є важливим, хоча і викликає певні негативні емоції. Обговорюваний фактор можна назвати фактором «проблем початку дня».

Другий фактор F2<sub>1h</sub> з вагою 20,1% теж містить один компонент: частота судження про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників (вібрація корпусу, шум, поява сторонніх звуків тощо). Вплив цього фактору має свої специфічні причини. Вони пов'язані з напруженням сенсорних систем організму, які включаються в роботу для вироблення суджень про роботу агрегатів за зміною навколишніх фізичних чинників, а також, при постійній одноманітній дії цих чинників, викликає розвиток стану монотонії, сонливість. Ці симптоми, які мають протилежну дію на організм людини, потрібно постійно долати додатковими вольовими зусиллями. Тому цей фактор можна назвати фактором «подолання напруги сенсорних систем організму».

**Обговорення.** Потрібно зазначити, що аналіз прихованих факторів, які формують

### Висновки

1. Виділено дві групи операторів БпАК, більш однорідних за своїми враженнями від дії компонентів фактору тяжкості праці та побудовані розв'язувальні правила для визначення приналежності до тієї чи іншої групи модальності вражень відносно характеристик компонентів фактору тяжкості праці які умовно названо групами з «тяжкими» та з «легкими» фізичними навантаженнями.

2. Виділено два прихованих фактори, що впливають на формування емоційного стану операторів БпАК зі «значною» тяжкістю праці, які сумарно пояснюють існування дисперсії оброблюваних даних на 62,8%. Перший з них фактор «регуляції фізичної активності» формується з допомогою трьох

**Перспективи подальших досліджень.** М'язовий компонент у трудовій діяльності ще

професійну придатність операторів групи 1 та групи 2 при фізичному навантаженні, мають свою специфіку. По-перше, на операторів групи 1, які виконують більш тяжку та відповідальну роботу впливають безсумнівно безпосередньо прямі фізичні причини: «регуляції фізичної активності» оператора та «впливу некомфортності пози», а на операторів з легким фізичним навантаженням більш опосередковані причини: «проблем початку дня» оператора та «подолання напруги сенсорних систем організму». По-друге, тяжка робота викликає більше упорядкування психічних процесів у представників групи 1 (приховані фактори пояснюють 62,8% загальної дисперсії аналізованих даних), а легка фізична напруга сприяє формуванню неупорядкованості психічних процесів у операторів групи 2 (приховані фактори пояснюють 43,3% загальної дисперсії аналізованих даних).

Отже, на перший погляд здається, що в роботі оператора БпАК немає нічого складного, якщо мова йде про фізичне навантаження, але за критеріями «періодичне перебування в незручній позі та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни»; «перебування в вимушеній позі більше 25 % часу зміни» - важкість праці відповідає III класу 2 ступеню і оцінюються як важка [15, 10]. Виходячи з цього виникає необхідність в розробці комплексу науково-обґрунтованих заходів щодо зменшення важкості і напруженості праці зовнішніх пілотів безпілотних авіаційних комплексів.

достовірно зв'язаних з ним складових і пояснює 37,1% загальної дисперсії вихідних даних. Другий прихований фактор «впливу некомфортності пози» пояснює 25,7% дисперсії аналізованих даних.

3. Виділено два прихованих фактори, що впливають на формування емоційного стану операторів БпАК з «легкою» тяжкістю праці, які сумарно пояснюють дисперсію використаних даних на 43,3%. Перший прихований фактор «проблем початку дня» сумарно пояснює 23,2% дисперсії. Другий прихований фактор «подолання напруги сенсорних систем організму» пояснює 20,1% загальної дисперсії вихідних даних.

зберігається в багатьох військових професіях. В багатьох випадках цей компонент є



визначальним в професійній діяльності в цілому, чи в певних її елементах. Це пов'язано зі специфікою військової праці, коли необхідно виконувати дії в умовах, значно віддалених від комфортних, керувати потужною технікою, що часом вимагає значних фізичних зусиль тощо. В даний час існує багато заходів, спрямованих на полегшення фізичної праці: автоматизація і механізація трудових процесів, раціоналізація режимів праці і відпочинку, поліпшення умов трудового середовища тощо. Разом з тим, ще залишається багато видів робіт, де питома

вага фізичної праці значна. Тому для збереження високої працездатності і здоров'я військовослужбовців у сучасних умовах необхідно застосовувати психофізіологічне нормування фізичного навантаження. В даній роботі оцінювалась тяжкість праці зовнішніх пілотів БпАК I класу «Легкі», разом з тим, умови праці інших пілотів вищого класу БпАК мають певні особливості і тому є перспективними для вивчення та розробки на цій основі превентивних заходів з оптимізації їхнього професійного середовища.

### References

1. Shakhathreh, H., Sawalmeh, AH, Al-Fuqaha, A., Dou, Z., Almaita, E., Khalil, I., & Guizani, M. (2019). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges. *IEEE Access*, 7, 48572-48634. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2909530>
2. Gupta, A., Afrin, T., Scully, E., & Yodo, N. (2021). Advances of UAVs toward future transportation: The state-of-the-art, challenges, and opportunities. *Future transportation*, 1(2), 326-350. <https://doi.org/10.3390/futuretransp1020019>
3. Chebil, K., Htiouech, S., & Khemakhem, M. (2022). Toward optimal periodic crowd tracking via unmanned aerial vehicles. *Computers & Industrial Engineering*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4100367>
4. Jin, Q., Hu, Q., Zhao, P., Wang, S., & Ai, M. (2023). An Improved Probabilistic Roadmap Planning Method for Safe Indoor Flights of Unmanned Aerial Vehicles. *Drones*, 7(2), 92. <https://doi.org/10.3390/drones7020092>
5. Jeangène Vilmer, J. B. (2021). Not so remote drone warfare. *International Politics*, 1-22. <https://doi.org/10.1057/s41311-021-00338-9>
6. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V., & Maltsev, O. V. (2022). Characteristics of occupational environmental conditions that contribute to formation of stress at work among remote pilots of unmanned aviation complexes. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 3(4), 109-120. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4\(3\)-109](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4(3)-109)
7. Shvets, A. V., Kalnysh, V. V., & Maltsev, O. V. (2023). The influence of occupational environment on formation of psycho-emotional stress among remote pilots of unmanned aircraft systems. *Zaporozhye Medical Journal*, 25(1), 23-29. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2023.1.264763>
8. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V., & Maltsev, O. V. (2022). Features of perceptions of climate and microclimate conditions in occupational environment of external pilots of unmanned aircraft systems. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 3(2), 103-112. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.2\(3\)-102](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.2(3)-102)
9. Order of the Ministry of Defense of Ukraine dated 08.12.2016 № 661 "On approval of the Rules of flight operations by unmanned aerial vehicles of the state aviation of Ukraine" <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17#Text>
10. Order of the Ministry of Health of Ukraine. On the approval of the State sanitary norms and rules "Hygienic classification of work according to indicators of harmfulness and dangerous factors of the production environment, difficulty and tension of the labor process" dated 04.08.2014 №. 248 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
11. Basanets, A. V. (2015). Occupational diseases recognition in health care system in France institute for occupational health. *Ukrainian journal of occupational health*, 2(43), 60-69. <https://doi.org/10.33573/ujoh2015.02.060>
12. Andrushchenko, T. A., Soloviov, A. I., Martinovskaya, T. Y., Chuy, T. S., & Goncharov, A. E. (2018). Hygienic assessment of the impact of working conditions at workplaces of coal and asbestos-processing industry workers. *Ukrainian journal of occupational health*. 4(57), 28-39. <https://doi.org/10.33573/ujoh2018.04.028>
13. Gordiyenko, L. M. (2020). Development of hypertonic disease and peculiarities of the provision of medical assistance in factors relating to mental-emotional load. *Actual issues of clinical and preventive medicine*, 4(1), 14-25. [https://doi.org/10.33247/2312-1025.4\(1\).2020.02](https://doi.org/10.33247/2312-1025.4(1).2020.02)
14. Yashchenko, D. A. (2019). Integral indicator of work intensity and severity as a risk factor in development of cerebrovascular diseases in workers with the whole body vibration. *Ukrainian journal of occupational health*, 1(15), 61-66. <https://doi.org/10.33573/ujoh2019.01.061>
15. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V., Maltsev, O. V., & Yeshchenko, V. I. (2022). Comparative characteristics of the work of remote pilots of unmanned aircraft systems and persons of the flight control team. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 3(3), 118-131. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3\(3\)-118](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3(3)-118)

## CHARACTERISTICS OF THE FACTORS THAT FORM ARDUOUS WORK AMONG REMOTE PILOTS OF UNMANNED AVIATION COMPLEXES

V.V. Kalnysh<sup>1</sup>, A.V. Shvets<sup>1</sup>, O.V. Maltsev<sup>1</sup>, N.V. Koval<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Military Medical Clinical Center of the Central Region, Vinnytsia, Ukraine

**Introduction.** Recently, there has been a growing number of studies on the effectiveness of using small unmanned aviation complexes (UACs), the use of which requires significant interaction between them. Studying the human factor associated with piloting UACs significantly contributes to the effectiveness of their intended use. The arduous work is a significant risk factor for diseases of the cardiovascular, nervous and musculoskeletal systems of a person. Therefore, the issue of studying the harmful effect of factors of the occupational environment on operators' health of UACs is relevant and timely.

**Purpose.** To study the influence of factors that shape the arduous work of remote pilots of 1st class UACs "Light" in their occupational environment.

**Materials and methods.** 41 servicemen - men aged 20-35 years old, who had experience in the management of I class UACs "Light" and were involved in the performance of a wide range of tasks, have been studied. According to a specially developed questionnaire, which reflected questions about the factors of the arduous work of remote pilots during their occupational activities, an assessment of their impact on the functional state was carried out based on a 100-point scale, as well as have been evaluated. Statistical data analysis was carried out with the involvement of methods of parametric (Student's t-test) statistics, cluster and factor analysis using the STATISTICA 13.3 software package.

**The results.** It should be noted that the actual physical loads for all operators were standard, but the perceptions from the action of these stimuli differed sharply, therefore, for the further analysis of the operators' perceptions on a number of components of the arduous work factor, the studied contingent was divided into two more homogeneous groups, which are conventionally called a group with "heavy" physical loads (group 1) and a group with "light" physical loads (group 2). It was shown that the perception of the arduous work of persons from group 1 was much higher than among persons of group 2 according to a number of indicators. With the help of the method of principal component factor analysis, the presence of a special construction of hidden factors that shape the working capacity of these persons has been revealed.

**Conclusions.** Two groups of UACs operators, more homogeneous in their impressions of the effects of the components of the labor severity factor, are distinguished and solving rules are constructed for determining belonging to one or another group of the modality of perceptions regarding the characteristics of the components of the arduous work factor, which are conventionally named groups with "severe" and with "light" physical loads. Two hidden factors that influence the formation of the emotional state of UACs operators with "significant" workload are highlighted, which jointly explain the existence of the variance of the processed data by 62.8%. The first factor of "physical activity regulation" is formed with the help of three reliably related components and explains 37.1% of the total variance of the initial data. The second hidden factor "influence of uncomfortable posture" explains 25.7% of the variance of the analyzed data. Two hidden factors affecting the formation of the emotional state of UACs operators with "light" arduous work have been identified, which together explain the variance of the used data by 43.3%. The first latent factor "starting day problems" mutually explains 23.2% of the variance. The second latent factor "overcoming the tension of the body's sensory systems" explains 20.1% of the total variance of the output data.

**Key words:** remote pilots, unmanned aviation complex, occupational environment, arduous work, hardship at work, functional state.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

### Відомості про авторів:

**Кальниш В. В.** <sup>A, C, D</sup> – д. біол. н., професор кафедри авіаційної, морської медицини та психофізіології, Українська військово-медична академія, м. Київ, Україна.

**Швець А. В.** <sup>C, D, E, F</sup> – полковник медичної служби, д. мед. н., професор, заступник начальника академії з наукової роботи, Українська військово-медична академія, м. Київ, Україна.

**Мальцев О. В.** <sup>B, C, D, E</sup> – підполковник медичної служби, канд. мед. н., начальник науково-дослідного відділу спеціальної медицини та психофізіології, Науково-дослідний інститут проблем військової медицини Української військово-медичної академії, м. Київ, Україна.

**Коваль Н.В.** <sup>B, C</sup> – майор медичної служби, начальник відділення психофізіології та психології клініки медичної реабілітації та відновлювального лікування Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону, м. Вінниця, Україна.

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних;

D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті.

**Information about authors:**

**Kalnysh V. V.** <sup>A, C, D</sup> – Dsc Biol, Professor, Professor of the Cathedra of Aviation, Marine Medicine and Psychophysiology of Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-5033-6659/>

**Shvets A. V.** <sup>C, D, E, F</sup> – Col MS, Dsc med, Professor, Deputy chief for science of Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-9461-7129>. E-mail: shvetsandro@ukr.net.

**Maltsev O. V.** <sup>B, C, D, E</sup> – Lt Col MS, PhD med., the chief of the research department of special medicine and psychophysiology of the Research Institute of Military Medicine Problems of Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-5432-8701>. E-mail: maltsev.o@ukr.net.

**Koval N.V.** <sup>B, C</sup> – Major MS, head of the psychophysiology and psychology department of the medical rehabilitation and restorative treatment clinic of the Military Medical Clinical Center of the Central Region, Vinnytsia, Ukraine.

*A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation; D – writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article.*



Адреса для листування: вул. Князів Острозьких, 45/1, буд. 33, м. Київ 01015