

Шифр «Надійність людини-оператора»

«ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА»

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
ВСТУП.....	3
1. НАДІЙНІСТЬ ОПЕРАТОРА В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА – ТЕХНІКА – СЕРЕДОВИЩЕ»	5
2. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ.....	7
3. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА.....	20
ВИСНОВКИ	26
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	27
ДОДАТКИ	29

ВСТУП

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується комплексною автоматизацією виробничих процесів. У цій ситуації людина-оператор є елементом в складній системі «людина – техніка – середовище» (СЛТС) в якості керуючої ланки. Зміни від фізичного та психо-емоційного навантажень, які впливають на людину під час роботи, призводять до значної втоми працівника, а отже, й до частішого травматизму. У зв'язку з цим, серед найважливіших проблем безпеки людинно-машинних систем, на сьогодні особливе місце посідає забезпечення надійності та адекватності рішень, які приймає людина.

Безпека СЛТС, як і будь-якої іншої системи, визначається надійністю її елементів, тобто, залежить від імовірності відмови техніки й імовірності виникнення психофізіологічних відмов оператора. Останнє, в цілому, й визначає надійність людини-оператора, як біосистеми. Не дивлячись на значні досягнення в забезпеченні надійності техніки (яка сягає 98 – 99%), надійність всієї СЛТС дуже рідко перевищує 70 – 80%. Це пов'язано з низькою надійністю людини, як керуючої, а тому й найбільш важливої ланки СЛТС. У зв'язку з цим актуальними є два взаємопов'язаних завдання – пошук способів об'єктивної оцінки та прогнозування надійності людини-оператора й розробка засобів її підвищення, що в цілому дозволить суттєво збільшити безпеку діяльності оператора в системі «людина-техніка-середовище».

Метою дослідження є пошук методів та засобів оцінювання надійності людини, як біосистеми, та застосування їх для прогнозування надійності людини-оператора за психофізіологічними параметрами організму.

Завдання роботи:

- а) аналіз існуючих методів та критеріїв визначення надійності людини;
- б) визначення інформаційних джерел, параметри яких найбільш адекватно та інтегрально відображають функціональний стан людини;
- в) дослідження функціонального стану операторів у різних умовах діяльності;

г) статистична обробка вимірювань і визначення характерних ознак, які системно відображають зміни функціонального стану людини;

д) розробка імітаційної моделі функціонального стану оператора для прогнозування його надійності.

Об'єктом дослідження є система «людина-техніка-середовище».

Предметом дослідження є функціональний стан людини-оператора та його надійність.

Наукова робота складається зі вступу, 3 розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків. Робота викладена на 29 сторінках, включає 22 рисунки, 12 таблиць, бібліографію (11 найменувань).

1. НАДІЙНІСТЬ ОПЕРАТОРА В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА – ТЕХНІКА – СЕРЕДОВИЩЕ»

У прикладному сенсі «людський фактор» – це інтегральні характеристики зв'язку людини з машиною, які проявляються в конкретних умовах їх взаємозв'язку під час функціонування системи людина-машина, та які пов'язані з досягненням конкретної мети [1, 2].

Якщо перевести термін «людський фактор» на мову об'єктивної статистики, то отримаємо доволі вражаючий результат. Наприклад, тільки приблизно 15% робітників, які працюють у різних галузях виробництва, відповідають за своїми психофізіологічними характеристикам професії. Близько 80% нещасних випадків походять від недбалості з боку людини, її нездатності прогнозувати наслідки своєї діяльності, а також передбачити та розпізнавати приховану небезпеку. Саме тому, необхідно зосередити увагу на питаннях розробки системного підходу до вивчення надійності оператора, який передбачає комплексну оцінку його стану з психофізіологічних позицій.

Проблема надійності людини та її роботи в складній системі керування є однією з центральних у багатьох науках (ергономіці, інженерній психології, психології праці та ін.). Інтенсивну розробку окремих питань цієї проблеми зараз ведуть багато вчених. Завдяки цьому в останні роки досягнутий значний прогрес у постановці й виробленні підходів до вивчення питань з теорії надійності праці оператора в складному системно-технічному комплексі. Експериментальне вивчення проблеми відкрило шлях до подальшого підвищення точності, швидкості та інших показників надійності роботи людини в СЛТС. Однак, ця проблема знаходиться ще в початковій стадії свого рішення, бо розглянуто лише її окремі аспекти, що не дозволяє на сьогодні комплексно вирішити поставлене завдання.

Оригінальне трактування теоретичних питань надійності представлене у роботі [3]. Автори запропонували під час вивчення цієї проблеми звертати увагу на стохастичну природу поведінки людини, враховуючи можливість виник-

нення як закономірних, так і випадкових відмов у роботі оператора. До закономірних відмов належать ті помилки оператора, які можуть бути виявлені у процесі дослідження та усунені шляхом створення оптимальних умов роботи, зміною характеру діяльності, удосконаленням технічних пристроїв, психологічним відбором операторів та іншими засобами. До випадкових відмов віднесені ті, які обумовлені невідомими причинами, які пов'язані зі стохастичним характером поведінки людини.

Не заперечуючи правомірності стохастичного підходу до проблеми надійності, виникають сумніви щодо можливості вважати, що випадкові помилки оператора не можуть бути вивчені і пояснені будь-якою відомою причиною. Зрозуміло, що першочерговим завданням дослідження випадкових відмов оператора є з'ясування тих психофізіологічних причин, через які вони виникають.

У роботі [4, 5] запропоновано метод кількісної оцінки надійності та ефективності діяльності оператора, в основу якого було покладено гіпотезу щодо можливості прямого перенесення теорії надійності технічних систем на оцінку надійності праці людини-оператора. Автори вважають, що діяльність людини-оператора з керування будь-якою технічною системою складається з ієрархічного ряду рівнів, кожен з яких має певну структуру. Відповідно до цього, вони мають на меті оцінювати надійність роботи оператора щодо безвідмовності і швидкості виконання ним кожної з окремих функцій. До того ж значення імовірності надійного виконання оператором доручених йому функцій і окремих операцій може бути обчислено шляхом використання як експериментальних, так і наявних в літературі даних.

Не заперечуючи можливості виключно інженерного підходу до оцінки надійності людської ланки в системі управління, необхідно разом з цим вказати на її недоліки та наголосити на необхідності розробки психофізіологічних критеріїв і методів дослідження надійності діяльності оператора, який є суб'єктом праці та наділений не тільки професійними знаннями, вміннями і навичками, але й має певні емоції, схильний до певних психологічних і фізіологічних

станів, і який також має певні соціальні відносини. Все це є цілісним внеском в системне поняття «надійність людини».

Істотний внесок у розробку питань надійності зроблений автором роботи [6], який у результаті довгого і всебічного дослідження окремих аспектів цієї проблеми створив математичний метод оцінки ступеня впливу помилок, допущених оператором, на величину розладу, внесеного в роботу керованої системи.

Однак одним з найбільш актуальних методів оцінки надійності людини-оператора на сьогодні є інформаційно-енергетичний підхід [7-11]. Автори цього методу вважають, що зараз існує необхідність оцінювати надійність біооб'єкта, як елемента в складі конкретного людино-машинного (ергетичного) комплексу і враховувати вплив на біооб'єкт усіх інших підсистем. При цьому управління індивідуальною надійністю біооб'єкта націлене на недопущення відмови під час безпосереднього функціонування.

2. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Дослідження функціонального стану (ФС) людини проводили методами сучасної функціональної електродіагностики за біологічно активними точками шкіри людини. Вони дали змогу обрати параметри організму людини, які задовольняють критеріям систематичності, цілісності, взаємозв'язаності та ієрархічності. Необхідно зазначити, що шкіра є інтегральною інформаційною системою. Її параметри динамічно змінюються під впливом факторів середовища [7 – 11]. Про це свідчить використання параметрів шкіри для поліграфічних досліджень стану людини, оцінки психічного статусу та реакції психіки на пред'явлені стимули. Шкіра має тісний функціональний зв'язок з усіма підсистемами організму людини і максимально доступна для проведення вимірювань. Вимірювання проводили в 24-х функціонально взаємозв'язаних біосенсорах – біологічно активних точках шкіри (БАТШ) людини, які репрезен-

тують стан кожної з наведених підсистем. Обрані біосенсори розташовані на найбільш активних ділянках шкіри людини – ступнях і долонях, що дає можливість легкого доступу до точок вимірювання параметрів [7 – 11].

Для перевірки адекватності розробленого підходу і моделі застосовано класичні методи психофізіологічних досліджень, які використовують у поліграфії і лжедетекції.

Для дослідження впливу різних умов діяльності на ФС людини-оператора, тобто для визначення характеру зміни параметрів БАТШ, проведено дослідження ФС протягом робочого дня у 50 випробовуваних. В якості випробовуваних обрані студенти 1-5 курсу Національного аерокосмічного університету ім. Н.С. Жуковського «ХАІ», середній вік яких склав 22 роки. Серед них жінок – 52%, чоловіків – 48%.

Для дослідження ФС людини проведено вимірювання електрофізичних параметрів біологічно активних точок шкіри і визначені психофізіологічні характеристики організму людини після проведення двох тестів – 8-кольорового психофізіологічного тесту Люшера і тесту на стрес.

Проведені вимірювання наступних параметрів біологічно активних точок шкіри: ємкість C (пФ), опір R (МОм), електропровідність EP (відн.од.).

За допомогою тесту Люшера досліджені такі кількісні характеристики психофізіологічного стану людини як: чинники нестабільності вибору, тривожності, активності, працездатності, показник вегетативного тону. **Також суб'єктивно (за допомогою опитування)** зроблено оцінку стресового стану людини на поточний момент.

Для проведення дослідження використано наступне обладнання:

- 1) портативний медичний прилад «Еліта-4К» для вимірювання електропровідності БАТШ;
- 2) напівавтоматичний вимірювальний міст Tesla VM - 509 для вимірювання ємкості та опору БАТШ;
- 3) персональний комп'ютер.

Для одержання адекватних результатів досліджень випробовуваних поділено на п'ять груп: «спортсмени», «курці», «курці-комп'ютерники», «спортсмени-комп'ютерники» і «вагітні».

Відомо, що кореляція між різними параметрами будь-якої системи відображає узгодженість цієї системи, її упорядкованість. Тому на першому етапі обробка результатів вимірювань БАТШ проводилась шляхом знаходження кореляції між різними підгрупами і групами підсистем організму людини, як системи у цілому: лівої та правої підгрупами; ручними та ножними групами підсистем.

В результаті одержано такі результати:

1. Кореляція між лівою і правою симетричними підгрупами має високе значення і становить 0,6 ... 0,8 при вимірюванні: ємкості С в 56% випадках вимірювань; опору R в 38% випадках вимірювань; електропровідності ЕП в 60% випадках вимірювань.

Високе значення кореляції представлено на лінійних графіках функціонального стану людини, наведених на рисунках 2.1, 2.2, 2.3

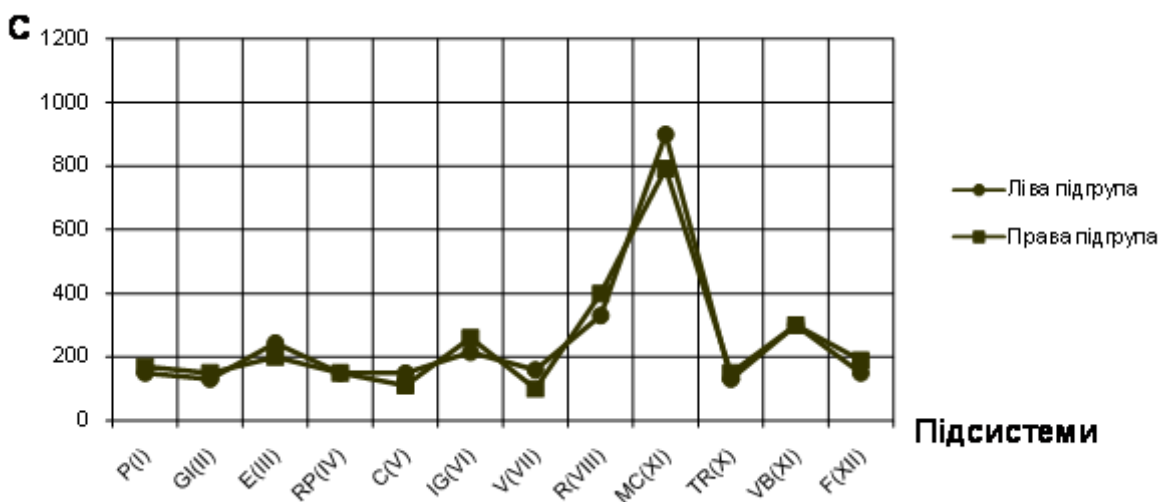


Рисунок 2.1 – Кореляція між лівою та правою симетричними підгрупами під час вимірювання ємності С

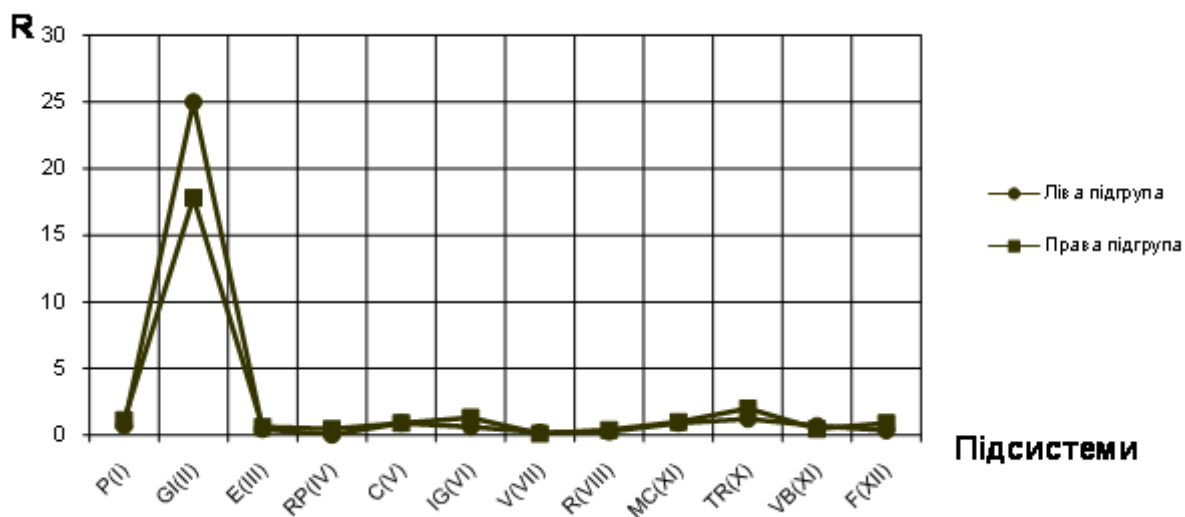


Рисунок 2.2 – Кореляція між лівою та правою симетричними підгрупами під час вимірювання опору R

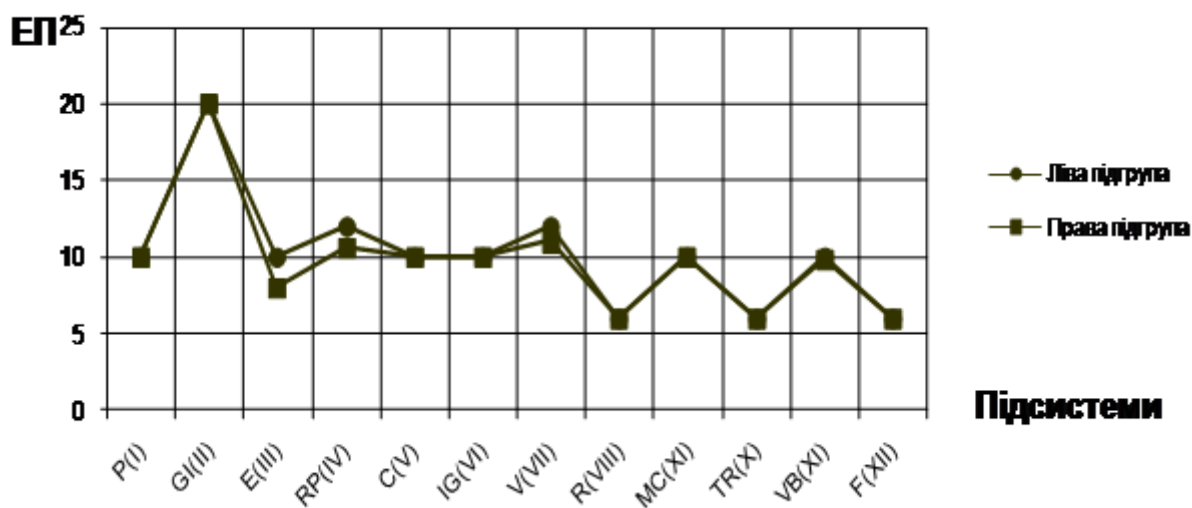


Рисунок 2.3 – Кореляція між лівою та правою симетричними підгрупами під час вимірювання електропровідності EP

Ці графіки свідчать про нормальний (збалансований) функціональний стан людини. Про збалансованість організму також свідчать діаграми, побудовані для лівої і правої підгруп, а також для ручних та ножних підсистем (рис. 2.4 – 2.6).



Рисунок 2.4 – Діаграма балансу ФС людини для лівої та правої підгруп



Рисунок 2.5 – Діаграма балансу ФС людини для лівої та правої груп ручних підсистем



Рисунок 2.6 – Діаграма балансу ФС людини для лівої та правої груп ножних підсистем

2. 54% вимірювань було здійснено з 9 до 12 години ранку і, як показало дослідження, саме в цей період часу у більшості випробовуваних спостерігалось низьке значення кореляції, яке в середньому становило 0,1 ... 0,3. При цьому необхідно зазначити, що із загальної кількості випробовуваних, які проходили вимірювання вранці, під час опитування 63% показали, що не снідали.

Низьке значення кореляції показано на лінійних графіках функціонального стану людини, представлених на рис. 2.7 – 2.9.

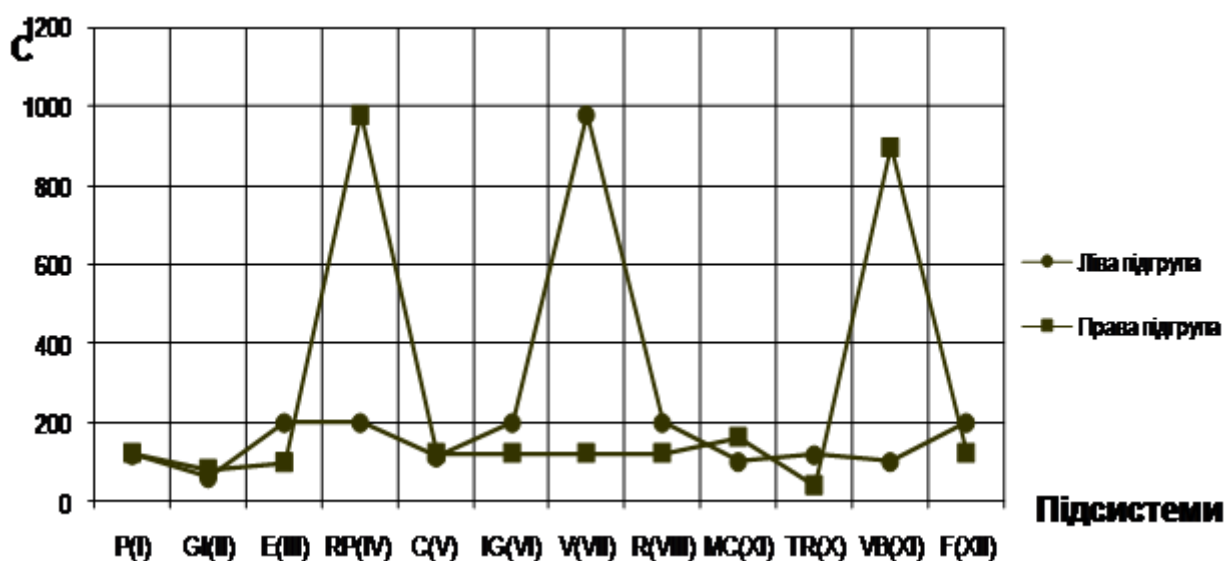


Рисунок 2.7 – Кореляція між лівою та правою підгрупами підсистем під час вимірювання ємності С

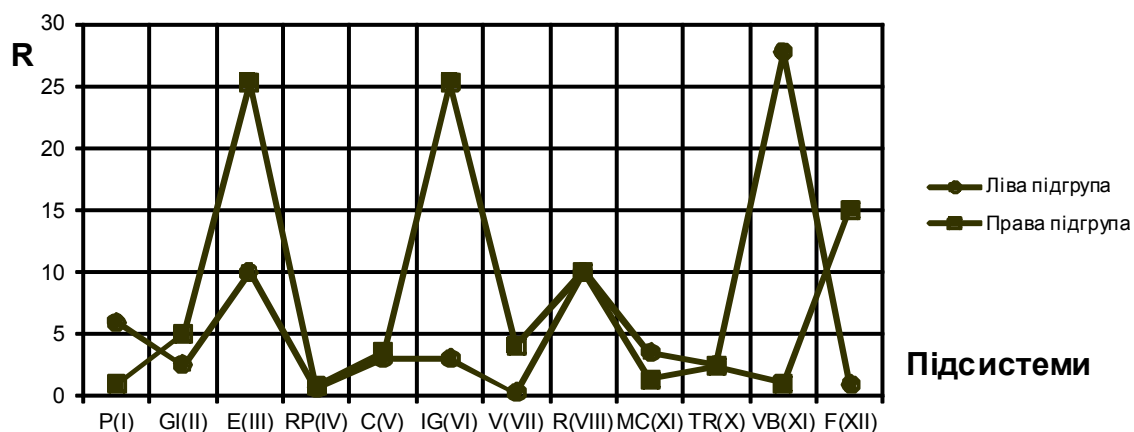


Рисунок 2.8 – Кореляція між лівою та правою підгрупами підсистем під час вимірювання опору R

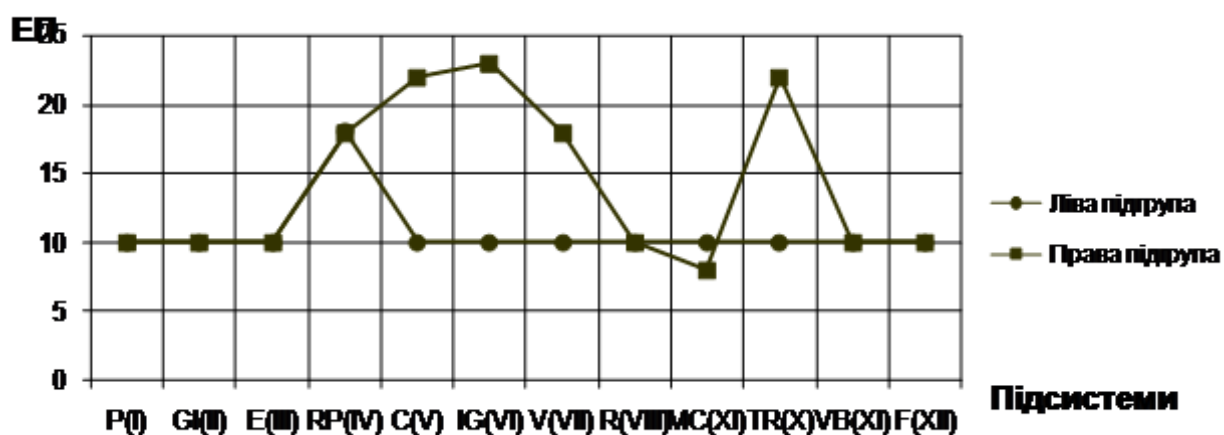


Рисунок 2.9 – Кореляція між лівою та правою підгрупами підсистем під час вимірювання електропроводності ЕП

Ці графіки свідчать про наявність відхилень від норми в функціональному стані людини.

Про існування розбалансу в організмі також свідчать діаграми, які побудовані для лівої та правої підгруп і для ручних та ножних підсистем, представлені на рис. 2.10 – 2.12.



Рисунок 2.10 – Діаграма розбалансу ФС людини для лівої та правої підгруп



Рисунок 2.11 – Діаграма розбалансу ФС людини для лівої та правої підгруп



Рисунок 2.12 – Діаграма розбалансу ФС людини для лівої та правої груп ручних підсистем

3. Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань різні для кожної з груп випробовуваних:

– для групи «спортсмени» середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань

Вимірюваний параметр	Значення
Ємність (С)	0,74
Опір (R)	0,33
Електрпробудність (ЕП)	0,52
Середнє значення за трьома типами вимірювань 0,53	

– для групи «курці» середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань

Измеряемый параметр	Значение
Ємність (С)	0,56
Опір (R)	0,33
Електрпробудність (ЕП)	0,67
Середнє значення за трьома типами вимірювань 0,51	

– для групи «курці-комп'ютерники» середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань наведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань

Измеряемый параметр	Значение
Ємність (С)	0,56
Опір (R)	0,54
Електрпробовність (ЕП)	0,396
Середнє значення за трьома типами вимірювань 0,5	

– для групи «спортсмени-комп'ютерники» середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань наведено в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань

Измеряемый параметр	Значение
Ємність (С)	0,47
Опір (R)	0,39
Електрпробовність (ЕП)	0,5
Середнє значення за трьома типами вимірювань 0,45	

– для групи «вагітні» середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань наведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань

Измеряемый параметр	Значение
Ємність (С)	0,56
Опір (R)	0,68
Електрпробовність (ЕП)	0,487
Середнє значення за трьома типами вимірювань 0,58	

Отже, на підставі наведених у табл. 2.1 – 2.5 даних, можна зробити висновки, що спорт, активний відпочинок і вагітність збільшують кореляцію, а комп'ютер і куріння навпаки її знижують.

4. Досліджено зміну ФС людини під впливом стресу.

У табл. 2.6 наведено відсоткове співвідношення випробовуваних, які знаходяться в стані стресу, по кожній групі.

Таблиця 3.6 – відсоткове співвідношення випробовуваних, які знаходяться в стані стресу

Група випробовуваних	Кількість випробовуваних у стані стресу (%)
Спортсмени	40%
Курці	90%
Курці-комп'ютерники	60%
Спортсмени-комп'ютерники	45%
Вагітні	33%

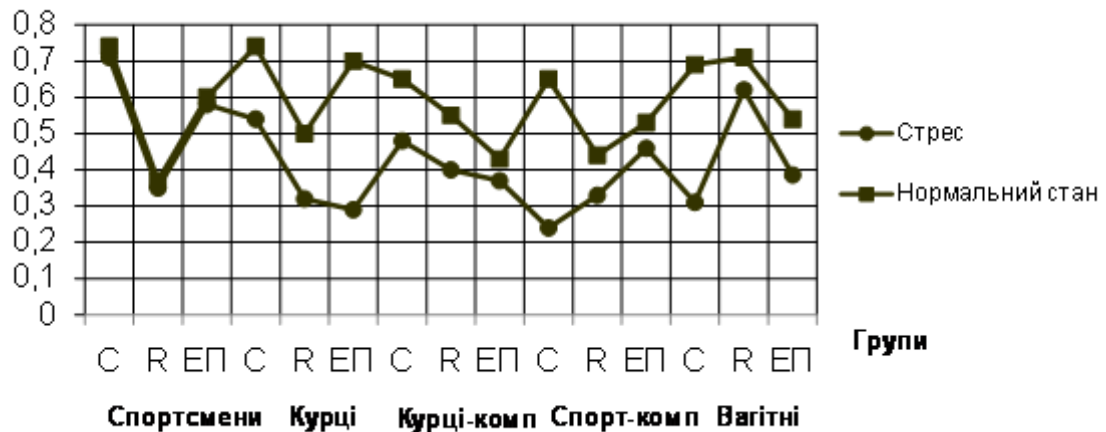
На підставі даних, наведених у табл. 2.6, можна зробити висновок про те, що найбільша кількість випробовуваних, які знаходяться в стані стресу, у групах «курці» і «курці-комп'ютерники», а найменша – у групах «спортсмени», «спортсмени-комп'ютерники» і «вагітні».

Під час дослідження встановлено, що середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань серед випробовуваних у стані стресу нижчі, ніж у інших (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань серед випробовуваних

Групи випробовуваних	Вимірювані параметри	Середні значення кореляцій за трьома типами вимірювань	
		Стрес	Норма
Спортсмени	С	0,71	0,74
	R	0,35	0,37
	ЕП	0,58	0,6
Курці	С	0,54	0,74
	R	0,32	0,5
	ЕП	0,29	0,7
Курці-комп'ютерники	С	0,48	0,65
	R	0,4	0,55
	ЕП	0,37	0,43
Спортсмени-комп'ютерники	С	0,24	0,65
	R	0,33	0,44
	ЕП	0,46	0,53
Вагітні	С	0,31	0,69
	R	0,62	0,71
	ЕП	0,39	0,54

На рис. 2.13 наведені графіки середніх значень кореляцій за трьома типами вимірювань у випробовуваних у нормальному і стресовому станах.



Р

исунок 2.13 – Графіки середніх значень кореляцій з трьох типів вимірювань у випробовуваних у стресовому і нормальному станах

Це свідчить про те, що стрес призводить до збільшення розбалансу функціонального стану людини.

5. У групи «спортсмени» (за умови, що заняття спортом постійні) кореляційні значення за трьома вимірюваннями усередньому становлять 0,6...0,8 протягом навчального семестру, і не перевищують 0,5 в період екзаменаційної сесії. Такий результат можна пояснити тим, що стрес має більший вплив на функціональний стан випробовуваних, ніж заняття спортом.

6. Під час дослідження функціонального стану вагітних молодих жінок спостерігалися особливо високі значення кореляцій 0,8...0,9. Ці дані узгоджуються з відомими фактами, що у жінок у стані вагітності відбувається перебудова роботи організму. Така перебудова спрямована на оптимізацію функціонування організму, як системи, з метою народження здорових нащадків

7. Проведено кореляційний аналіз значень параметрів БАТШ з психофізіологічними параметрами організму випробовуваних.

Кореляційний аналіз проведено для кожної групи окремо. Для проведення аналізу вирішено обрати середні значення параметрів БАТШ за трьома типами вимірювань: ємність С, опір R і електропровідність EP, а також кількісні ха-

рактики психофізіологічного стану випробовуваних, які одержано за допомогою тесту Люшера: фактор активності (ФА), фактор працездатності (ФП) і фактор тривожності (ФТ). Результати аналізу представлено в табл. 2.8 – 2.12.

Таблиця 2.8 – Результати кореляційного аналізу для групи «спортсмени»

	С	R	R	ФА	ФП	ФТ
С	1	-0,98	0,59163	0,589191	-0,54969	-0,6664
R	–	1	-0,68773	-0,45603	0,448904	0,77118
R	–	–	1	0,148596	-0,34233	-0,5853
ФА	–	–	–	1	-0,909	0,2092
ФП	–	–	–	–	1	-0,1816
ФТ	–	–	–	–	–	1

Таблиця 2.9 – Результати кореляційного аналізу для групи «курці»

	С	R	R	ФА	ФП	ФТ
С	1	-0,72	0,729	-0,32335	0,24119	0,168636
R	–	1	-0,5361	0,3313	-0,04794	-0,16384
R	–	–	1	-0,24755	0,233323	-0,04047
ФА	–	–	–	1	-0,48094	0,49452
ФП	–	–	–	–	1	-0,8038
ФТ	–	–	–	–	–	1

Таблиця 2.10 – Результати кореляційного аналізу для групи «курці-комп'ютерники»

	С	R	R	ФА	ФП	ФТ
С	1	-0,53346	0,319713	-0,08986	0,278608	-0,28895
R	–	1	0,4954	0,292217	0,22419	-0,13514
R	–	–	1	0,09576	0,679894	-0,54861
ФА	–	–	–	1	-0,57209	0,484319
ФП	–	–	–	–	1	-0,86611
ФТ	–	–	–	–	–	1

Таблиця 2.11 – Результати кореляційного аналізу для групи «спортсмени-комп'ютерники»

	С	R	R	ФА	ФП	ФТ
С	1	-0,72096	0,89911	0,427068	-0,05362	-0,11511
R	–	1	-0,710329	0,034067	-0,10733	-0,00686
R	–	–	1	0,122603	0,322656	-0,22281
ФА	–	–	–	1	-0,59113	0,186629
ФП	–	–	–	–	1	-0,59181
ФТ	–	–	–	–	–	1

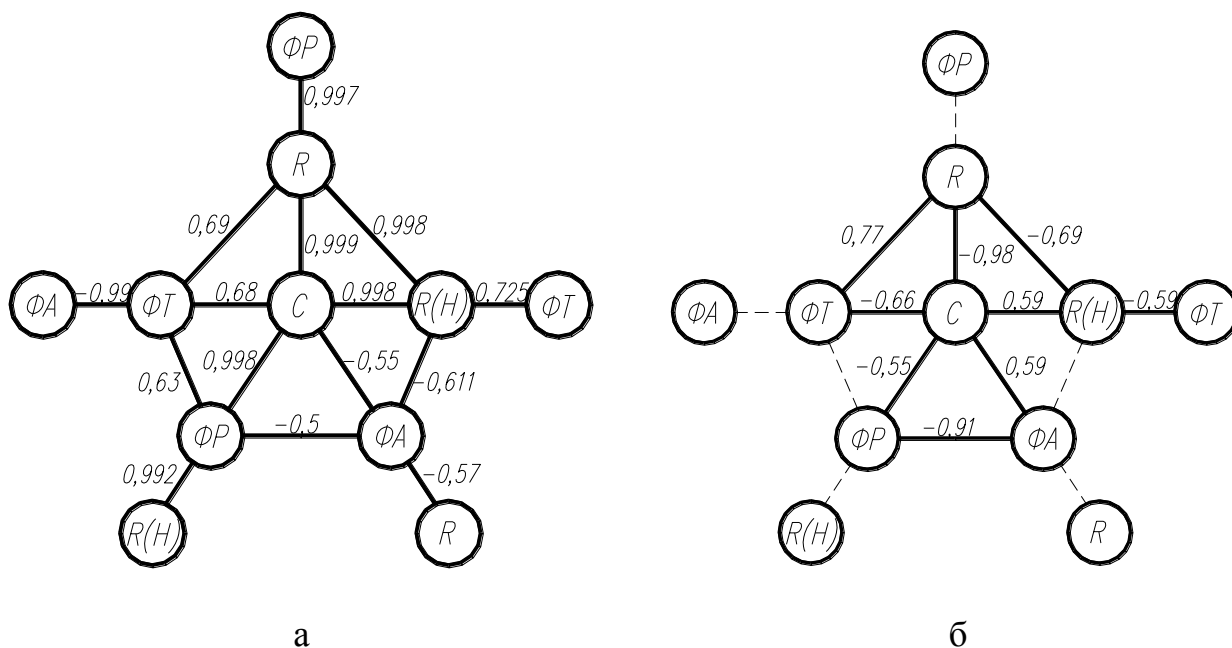
Таблиця 2.12 – Результати кореляційного аналізу для групи «вагітні»

С	С	Р	Р	ФА	ФР	ФТ
Р	1	0,999825	0,997514	-0,55372	0,998235	0,675085
Р	–	1	0,9987	-0,56922	0,996947	0,688785
ФА	–	–	1	-0,61102	0,991567	0,725396
ФР	–	–	–	1	-0,50328	-0,98813
ФТ	–	–	–	–	1	0,630075
С	–	–	–	–	–	1

На підставі даних, наведених у таблицях, побудовані кореляційні граfi зв'язків, що показують кореляцію між значеннями БАТШ і психофізіологічними параметрами ФС випробовуваних. Кореляційні граfi зв'язків наведено нижче на рис. 2.14. Під час побудови прийняті такі позначення:

а) кореляційні зв'язки, що мають значення у межах 0,5...0,9, позначені на рисунках суцільною лінією;

б) кореляційні зв'язки, що мають значення у межах 0,1...0,4, позначені на рисунках пунктиром.



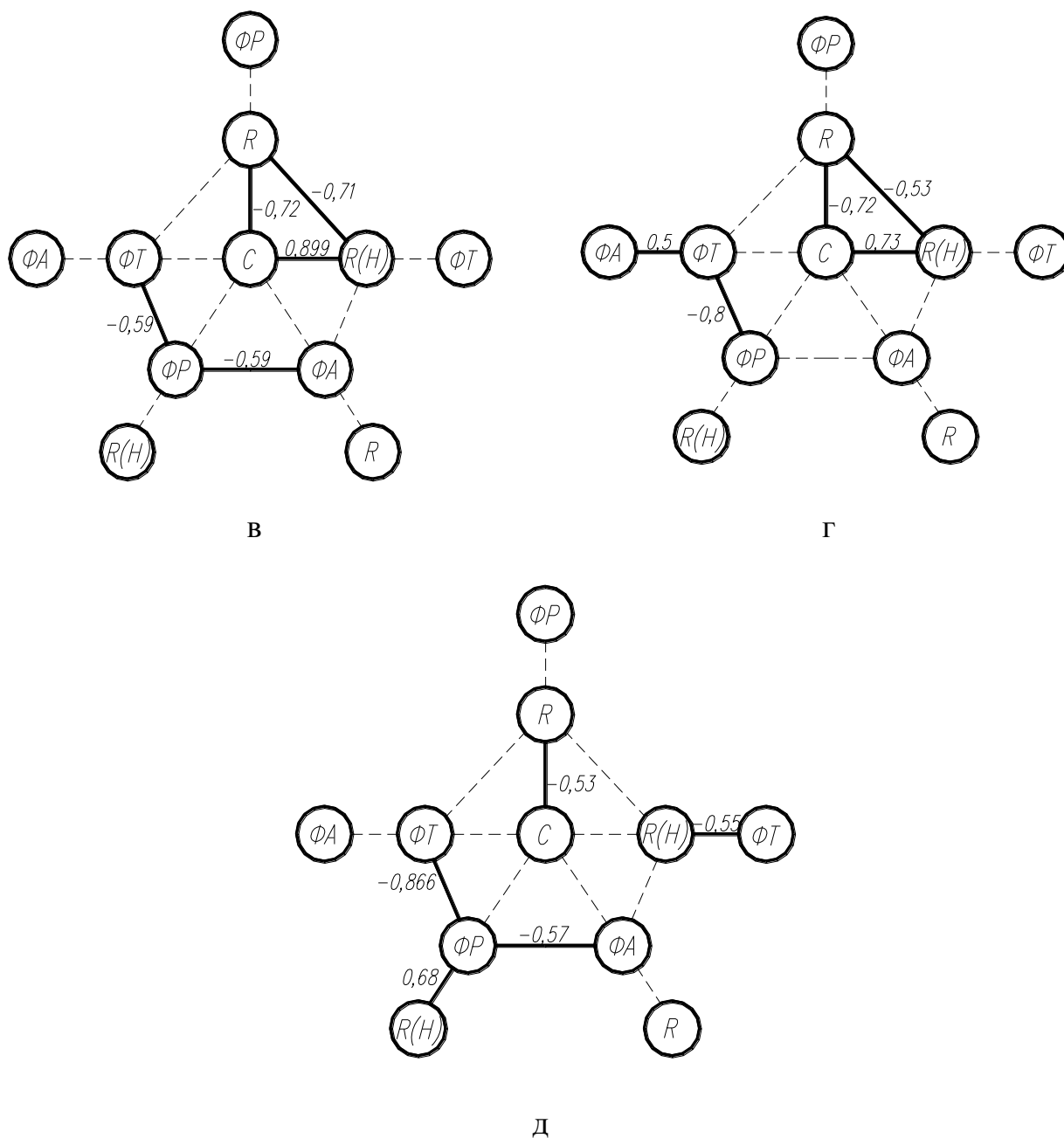


Рисунок 2.14 – Кореляційні графи зв'язків між значеннями БАТШ і психофізіологічними параметрами ФС випробовуваних (а – група вагітних, б – група спортсменів, в – група спортсменів-комп'ютерники, г – група курців, д – група курці-комп'ютерники)

На підставі даних кореляційних графів зв'язків можна зробити висновок про те, що найбільш високий взаємозв'язок між фізичними і психо-

фізіологічними параметрами ФС спостерігається у вагітних молодих жінок, що свідчить про оптимізацію функціонування їх організмів як систем у цілому.

Під час кореляційного аналізу була встановлена цікава особливість: у груп «спортсмени-комп'ютерники» і «курці-комп'ютерники» взаємозв'язок між фізичними і психофізіологічними параметрами організму слабший, ніж у груп «спортсмени» і «курці» відповідно. Це пояснюється тим, що постійна робота з комп'ютером призводить до зниження показників зв'язку.

3. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

На підставі експериментальних результатів розроблені способи візуальної (якісної) оцінки ФС випробовуваних. При цьому для інтерпретації результатів використано два способи подання інформації:

- а) у вигляді графічних образів ФС людини;
- б) у вигляді точкових графіків ФС людини.

Графічні образи ФС людини. Під час проведення статистичної обробки результатів дослідження встановлено, що графічні образи функціонального стану в усіх випробовуваних різні і змінюються під час дії на них різних факторів. У зв'язку з цим, вони мають різну площу та симетрію. Також за підсумками експерименту встановлено, що площа і симетрія є характеристичними ознаками функціонального стану людини, тому що:

- 1) при збалансованому ФС людини графічний образ має більшу площу і симетрію лівої та правої підгруп підсистем;
- 2) при втомі і стресі площа графічного образу зменшується і з'являється асиметрія лівої та правої підгруп підсистем.

Так, на рис. 3.1 – 3.4 показані зміни графічних образів функціонального стану випробовуваних протягом певного періоду часу.

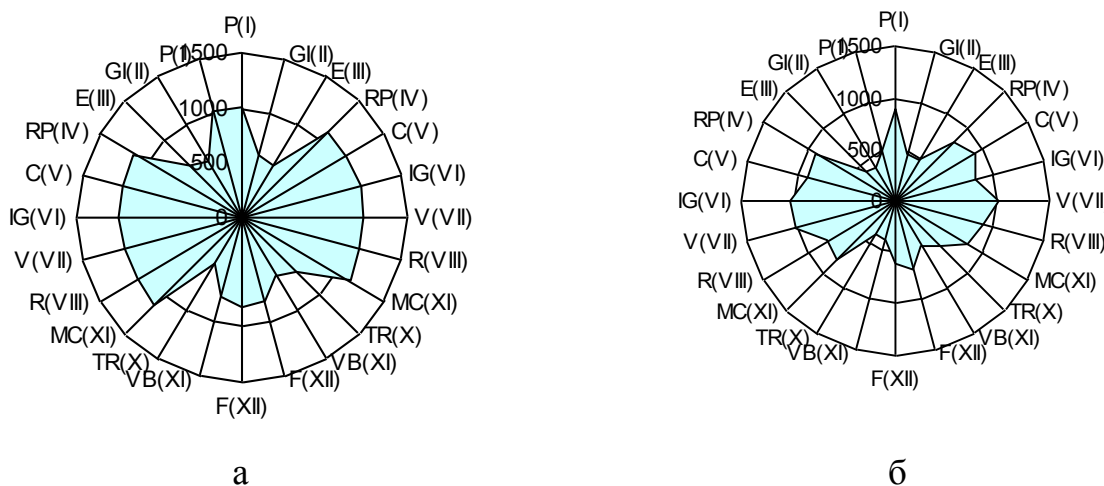


Рисунок 3.1 – Графічний образ ФС випробовуваного 1 (група «спортсмени»)

(а – до початку сесії, б – упродовж сесії)

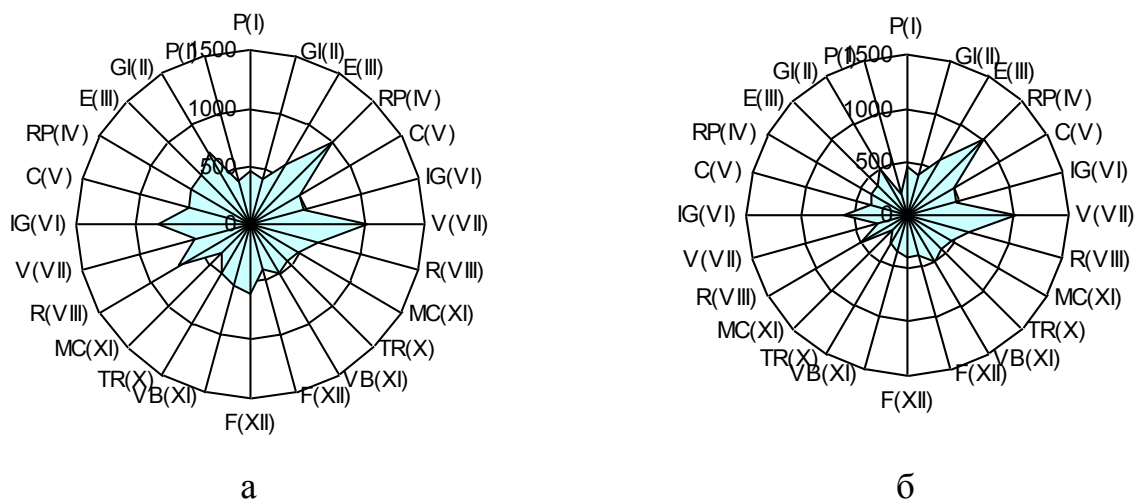


Рисунок 3.2 – Графічний образ ФС випробовуваного 2 (група «спортсмени-комп'ютерники») (а – на початку робочого дня, б – в кінці робочого дня)

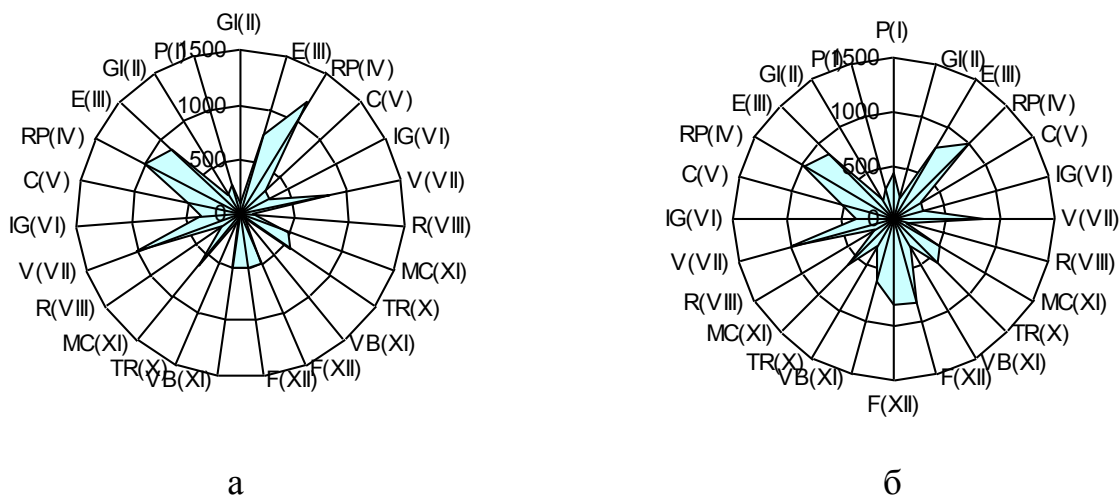


Рисунок 3.3 – Графічний образ ФС випробовуваного 3 (група «курці»)

(а – в стані стресу, б – у звичайному стані)

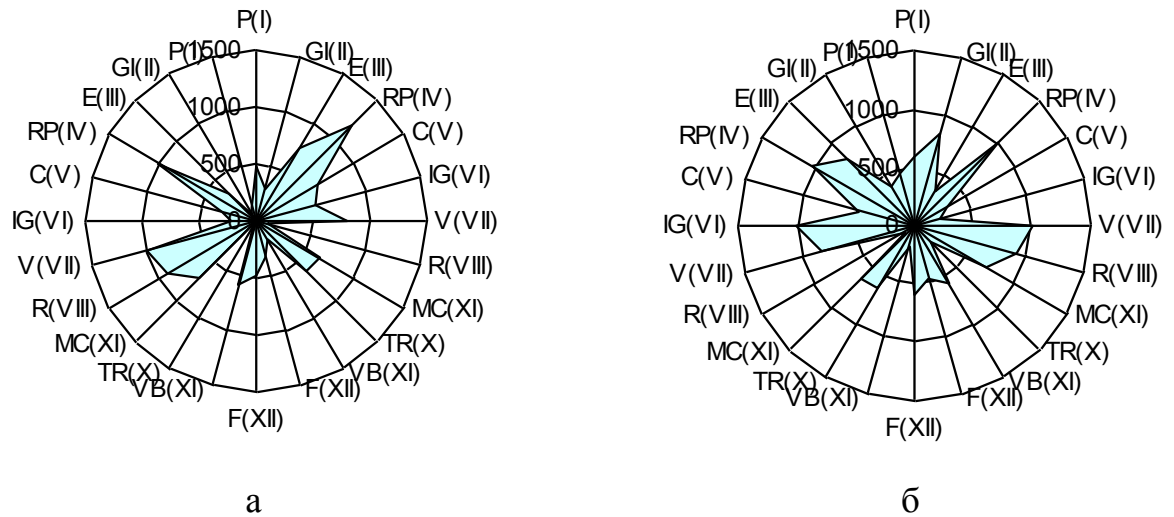


Рисунок 3.4 – Графічний образ ФС випробовуваного 4 (група «курці-комп'ютерники») (а – в кінці сесії, б – після канікул)

Очевидно, що площі й симетрії графічних образів ФС випробовуваних змінюються відповідно до їхніх станів на поточний момент. Саме тому графічний образ ФС може слугувати як модель стану людини.

Порівнюючи графічні образи стану, наведені на рисунках 3.1 – 3.4, можна побачити, що чим ближче до норми функціональний стан людини – тим більша площа образу і тим він симетричніший. Можна припустити, що випробовувані з графічними образами функціонального стану, які близькі до ідеальних, мають високу ступінь надійності і менш схильні до впливу стресових факторів.

Таким чином, можна зробити висновок, що площа і симетрія графічного образу стану відображають енергетику організму людини, тобто здатність чинити опір негативному впливу середовища. Чим більша площа графічного образу і його симетрія, тим вищою буде енергетика в оператора, а, отже, імовірність зриву або відмови в нього низька, тобто збільшується його надійність, і безпека функціонування системи у цілому. Якщо площа образу маленька і асиметрія значна, то, відповідно, енергетика оператора буде низькою, імовірність відмови високою, надійність не значною. Це дає змогу встановити, що графічний образ ФС людини дає можливість миттєво оцінити оптимальність стану оператора і, таким чином, зробити приблизну оцінку його надійності.

Також на підставі результатів обробки експериментальних даних побудовані графіки функціональних станів випробовуваних у вигляді точкових кривих. Окрім цього, з метою отримання найбільш достовірних результатів, використовували лише ті дані, які отримані під час вимірювання опору і ємності лівої та правої підгруп ручних підсистем. Ножні підсистеми не використовувалися, тому що:

1) перед тим, як пройти вимірювання, випробовувані помили й витерли руки, тож у всіх була приблизно однакова ступінь вологості шкіри;

2) шкіра ніг у випробовуваних мала дуже широкий діапазон зміни вологості, тому використовувати ці дані для побудови графіків залежності опору від ємності не є можливим.

Точкові графіки ФС людини. В результаті побудови графіків ФС випробовуваних встановлені наступні цікаві закономірності, які підтверджують відомі факти.

По-перше, групи «спортсмени» і «вагітні», в яких найменша кількість випробовуваних в стані стресу, мають більший опір шкіри рук (в середньому 4,37 Мом), ніж випробовувані груп «курці», «спортсмени-комп'ютерники» і «курці-комп'ютерники» (в середньому 2,73 Мом). Це є підтвердженням того, що психічні фактори (стрес, втома, напруженість) впливають на зміну величини опору шкіри так само, як і фізичні (вологість).

По-друге, у груп «курці», «спортсмени-комп'ютерники» і «курці-комп'ютерники» середнє значення опору шкіри рук для лівих підгруп підсистем становить 2,7 Мом, а для правих – 3,2 Мом відповідно; у груп «спортсмени» і «вагітні» середнє значення опору шкіри рук для лівих підгруп підсистем становить 4,2 Мом, а для правих – 4,28 Мом. Це свідчить про наявність розбалансу в організмі у випробовуваних, які ведуть нездоровий спосіб життя і багато працюють за комп'ютером.

На рис. 3.5, 3.6 представлені найбільш характерні для груп «спортсмени» і «вагітні» графіки функціональних станів.

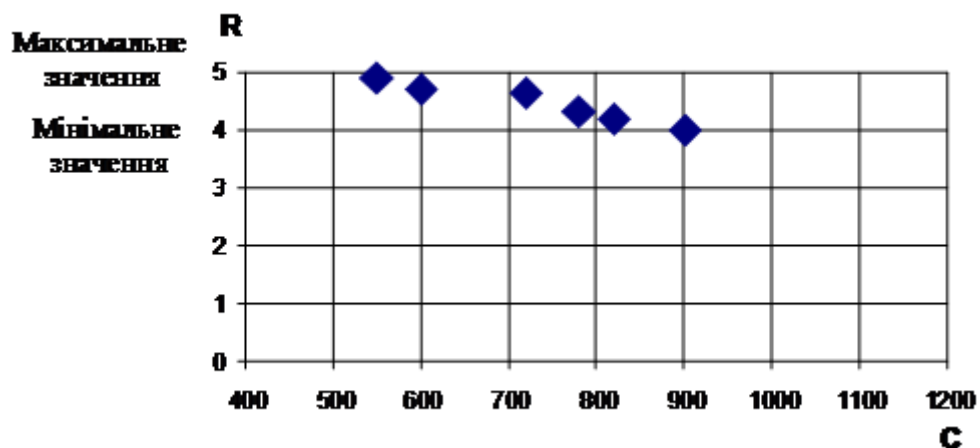


Рисунок 3.5 – Точковий графік функціонального стану для лівих підгруп ручних підсистем

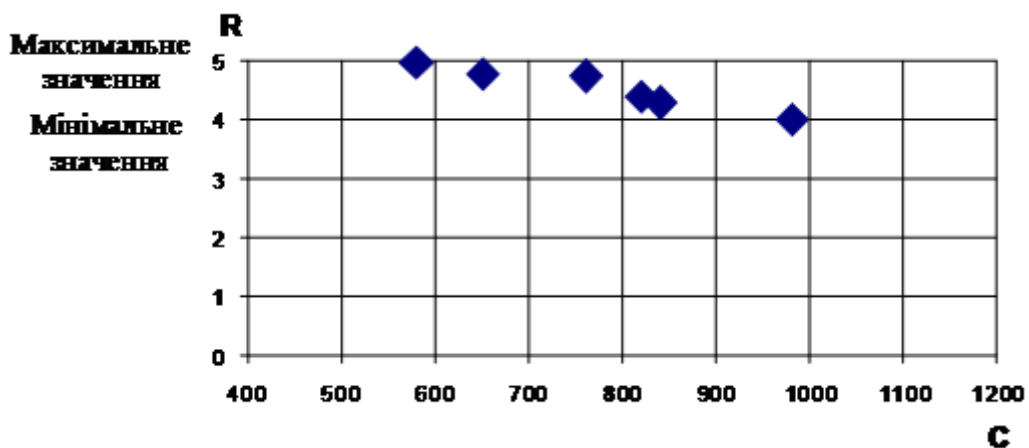


Рисунок 3.6 – Точковий графік функціонального стану для правих підгруп ручних підсистем

На рис. 3.7, 3.8 показані характерні для груп «курці», «спортсмени-комп'ютерники» і «курці-комп'ютерники» точкові графіки ФС.

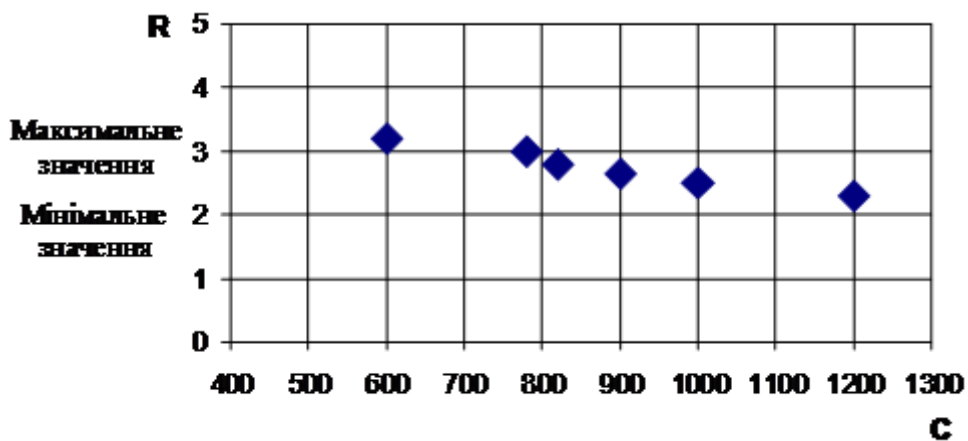


Рисунок 3.7 – Точковий графік функціонального стану для лівих підгруп ручних підсистем

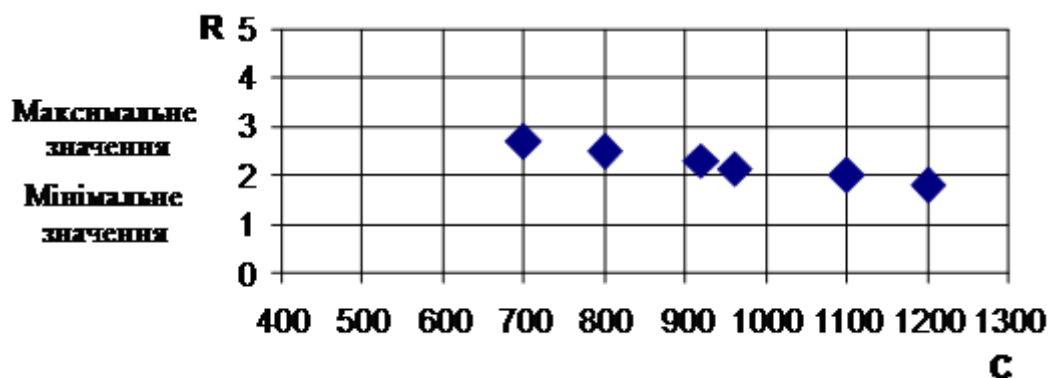


Рисунок 3.8 – Точковий графік функціонального стану для правих підгруп ручних підсистем

На підставі наведених даних можна зробити висновок, що величина опору шкіри рук (у випадках, коли випробовувані перебувають в однакових умовах діяльності) може бути характеристичною ознакою функціонального стану людини, оскільки за допомогою неї можна досить точно визначити наявність розбалансу в організмі.

Таким чином, можна зробити такий висновок, що характеристичними ознаками ФС людини-оператора є:

- 1) площа і симетрія графічних образів стану;
- 2) величина опору шкіри рук (точкові графіки ФС);

У зв'язку з цим показники ФС людини можна використовувати для моніторингу психофізіологічного стану працівників у різних умовах діяльності.

Імітаційна модель ФС людини-оператора. На підставі отриманих результатів роботи можна запропонувати імітаційну модель ФС людини для прогнозування її надійності і безпеки СЛТС у цілому. У цій моделі в якості характеристичних ознак стану людини використано:

- 1) площа і симетрія графічних образів, які відображають енергетичний баланс людини;
- 2) неузгодженість значень підсистем на точкових графіках ФС людини.

Вибір цих ознак ґрунтується на тому, що вони дозволяють якнайшвидше і з високим ступенем достовірності визначити надійність людини.

Для запропонованої імітаційної моделі розроблена індивідуальна карта психофізіологічного стану людини-оператора, яка дозволяє створити базу даних кожному працівникові, не витрачаючи при цьому багато коштів і часу. Індивідуальна карта психофізіологічного стану людини наведена в додатку А.

Необхідно відзначити, що такий вид моніторингу можна застосовувати для будь-яких видів діяльності, оскільки це дає можливість, не створюючи потужних діагностичних комплексів на підприємстві, швидко, дешево і достовірно оцінити ФС працівника, і, разом з цим, ступінь його надійності. Все це в подальшому дозволить розробляти і застосовувати найбільш ефективні методи і засоби щодо забезпечення безпеки СЛТС.

ВИСНОВКИ

У роботі обґрунтована необхідність дослідження ФС людини, яка працює в різних умовах діяльності за допомогою вимірювання електропровідності ЕП, опору R та ємності C БАТШ з метою отримання даних для прогнозування надійності її роботи.

Проведено експеримент з дослідження ФС 50 випробовуваних, який показав, що:

1) ФС випробовуваного залежить від факторів середовища, які на нього впливають (робота за комп'ютером, розумове та фізичне навантаження та ін.);

2) стрес є основним фактором, який впливає на функціональний стан випробовуваного. Він значною мірою погіршує ФС людини, якщо вона має шкідливі звички (куріння, алкоголь та ін.) та/або багато працює за комп'ютером;

3) проведено статистичну обробку результатів експерименту, яка складається з двох розділів:

- кореляційного аналізу ФС людини;
- візуальної (якісної) оцінки ФС людини;

4) розроблено імітаційну модель ФС людини, яка дозволяє швидко та достовірно визначити ступінь надійності людини.

Новизна отриманих результатів:

1) запропонована імітаційна модель ФС дозволяє швидко визначити ступінь надійності працівника, не здійснюючи при цьому складних розрахунків;

2) модель дає можливість проводити експрес-могіторинг ФС працівників (час, необхідний для проведення вимірювань складає 5...7 хвилин), що дозволяє вчасно помітити відхилення ФС людини від норми;

3) модель є універсальною, тому, що дозволяє оцінити надійність людини незалежно від специфіки роботи, яку вона виконує.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Суходольный Г. В. Эргономика. / Г. В. Суходольный. – Ленинград : ЛГУ, 1988. – 132 с.

2. Зинченко В. П. Введение в эргономику / В. П. Зинченко. – Москва : «Советское радио», 1974. – 352 с.

3. Милерян Е. А. Очерки психологии труда оператора / Е. А. Милерян. – Москва : Наука, 1974. – 308с.

4. Губинский А. И. Надёжность комплексных систем человек-техника / А. И. Губинский. – Ленинград, 1969. – 92 с.

5. Губинский А. И., Кобзев В. В. Оценка надёжности деятельности человека-оператора в системах управления. – М.: Машиностроение, 1975, – 47с.

6. Макаренко Н. В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – К.: Наукова думка, 1991, – 215 с.

7. Бутенко О. И. Клинико-физиологические параллели стресса и состояния системы точек акупунктуры / О. И. Бутенко // Стресс, адаптация и функциональные нарушения. – Кишинев : Штиинца. – 1984. – С. 269-270.

8. Самосюк И. З. Нетрадиционные методы диагностики и терапии / И. З. Самосюк, В.П. Лысенюк. – Киев : Здоровье, 1994.

9. Протасенко О. Ф. Перспективные методы оценки надежности в эргономике / О. Ф. Протасенко // Коммунальное хозяйство городов. – Киев : Техника. – 2004. – Вып. 60. – С. 281-286.

10. Мигаль, Г. В. Проблема стресса в обеспечении безопасности человека / Г.В. Мигаль, О.Ф. Протасенко // Коммунальное хозяйство городов. – Киев : Техника. – 2008. – №81. – С. 385-390.

11. Мигаль, Г. В. Исследование влияния индивидуального образа жизни на формирование профессиональных качеств / Г. В. Мигаль, О. Ф. Протасенко // Якість технологій та освіти. – Харків : УПА. – 2011. – Вип. 2. – С. 184-188.

ІНДИВІДУАЛЬНА КАРТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРАЦІВНИКА

Прізвище _____ Вік (років) _____
 Ім'я _____ Зріст (см) _____
 По-батькові _____ Вага (кг) _____
 Стать (Ч/Ж) _____ Дата, час _____

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК ШКІРИ

Назва біологічно активної точки	Вимірюваний параметр					
	R (за методом Накатані)		R		C	
	<i>Л</i>	<i>П</i>	<i>Л</i>	<i>П</i>	<i>Л</i>	<i>П</i>
<i>P(I)</i>						
<i>GI(II)</i>						
<i>E(III)</i>						
<i>RP(IV)</i>						
<i>C(V)</i>						
<i>IG(VI)</i>						
<i>V(VII)</i>						
<i>R(VIII)</i>						
<i>MC(IX)</i>						
<i>TR(X)</i>						
<i>VB(XI)</i>						
<i>F(XII)</i>						

РЕЗУЛЬТАТИ ПСИХОЛОГІЧНОГО ТЕСТУВАННЯ

Висновок за тестом Люшера	Фактор нестабільності вибору	Фактор тривожності	Фактор активності	Фактор працездатності	Показник вегетативного тону