# MILITARY MEDICINE:
## METHODS OF CONTROL, IMPROVEMENT THE INDIVIDUAL COMBAT READINESS AND TELEREHABILITATION OF MILITARY PERSONNEL

**MONOGRAPH**

**Illya Chaikovsky**
Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine
**Viktor Dykhanovskyi**
Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
**Kyrylo Malakhov**
Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine
**Michael Bocharov**
Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine

2023
IOWA STATE UNIVERSITY DIGITAL PRESS

**GLUSHKOV INSTITUTE OF CYBERNETICS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE**

**CENTRAL SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF ARMAMENT AND
MILITARY EQUIPMENT OF ARMED FORCES OF UKRAINE**

**IVAN CHERNYAKHOVSKY NATIONAL DEFENSE
UNIVERSITY OF UKRAINE**

# MILITARY MEDICINE:
# METHODS OF CONTROL, IMPROVEMENT IN INDIVIDUAL COMBAT READINESS AND TELEREHABILITATION OF MILITARY PERSONNEL

**MONOGRAPH**

Scientific publication (issue)

Published in the author's edition

**Illya Chaikovsky**
Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine

**Viktor Dykhanovskyi**
Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine

**Kyrylo Malakhov**
Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine

**Michael Bocharov**
Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine

**IOWA STATE UNIVERSITY DIGITAL PRESS**
**2023**

UDC 621.515-226.233

**Team of Authors:**

Illya Chaikovsky, Viktor Dykhanovskyi, Kyrylo Malakhov, Michael Bocharov

**Military medicine: methods of control, improvement in individual combat readiness and telerehabilitation of military personnel:** Monograph / Illya Chaikovsky, Viktor Dykhanovskyi, Kyrylo Malakhov, Michael Bocharov. 2023. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine. Iowa State University Digital Press. DOI: 10.31274/isudp.2023.128

The monograph focuses on the challenges of assessing the individual operational readiness of soldiers to perform a military task. The authors proceeded from the fact that the psycho-emotional state of a soldier is one of the decisive factors that affect the success of the military task during the stay in combat conditions. This is confirmed by the combat experience of the Armed Forces of Ukraine in joint operations, and especially after the start of a large-scale invasion by Russia.

The results presented here are the theoretical basis for monitoring the psycho-emotional state of military personnel in the process of their training at simulators. The monitoring data will allow to increase the training load on the soldier without exceeding its critical limit. This will contribute to the formation of the skills of soldiers to act adequately in critical situations, as well as to improving their level of readiness to perform military tasks in extreme conditions.

The integration of telerehabilitation technologies for patients with post-traumatic stress disorder, combat-related mental trauma and similar disorders, combined with methods of objective monitoring of functional status, is extremely important. One of the most effective solutions in providing medical rehabilitation care is patient-centered remote rehabilitation – hybrid e-rehabilitation, which requires: online facilities for telediagnosis, telemetry and intervention based on patient capabilities, advanced Internet interaction, intelligent information technologies and services, effective methods of cognitive support in the "Physical therapist – Patient – Multidisciplinary team" system, statistical processing of large amounts of information, etc. Therefore, along with traditional methods of rehabilitation, a patient-centered Smart system of telemedicine support for hybrid e-rehabilitation activities (as part of the UkrVectōrēs and vHealth services) has been developed.

According to the authors' research, it has been confirmed that portable software and hardware complexes developed at the Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine can be successfully used to monitor the psycho-emotional state of military personnel. The methods and tools described in this monograph can be considered as a tool to support the commander's decision-making regarding the performance of combat missions.

**Keywords:** military medicine; individual combat readiness; combat stress; psychophysiological state; continuous electrocardiographic monitoring; telemetry; miniature electrocardiographic devices; training simulators; hybrid e-rehabilitation; telerehabilitation; transdisciplinary research.

**DOI 10.31274/isudp.2023.128**
**E-ISBN: 978-1-958291-04-7**

Typesetter, Cover designer, Proofreader, Review editor: *Kyrylo Malakhov*
© 2023 Illya Chaikovsky, Viktor Dykhanovskyi, Kyrylo Malakhov, Michael Bocharov

## PREFACE

The monograph examines problematic issues of determining the individual operational readiness of military personnel to perform a task. The authors assumed that the psychophysiological state of a serviceman is one of the decisive factors that affect the success of tasks while in combat conditions. This is confirmed by the combat experience of the Armed Forces of Ukraine in joint operations, and especially after the start of a large-scale invasion by Russia. Under such critical circumstances, monitoring the psychophysiological state of servicemen both during their stay in combat conditions and during the training of servicemen to perform combat tasks acquires special importance.

The results presented are a theoretical basis for monitoring the psycho-emotional state of servicemen during their training at training facilities. The monitoring data will allow to increase the training load on the serviceman without exceeding his critical limit. This will contribute to the formation of military personnel's skills to act adequately in critical situations, as well as to increase the level of their training to perform tasks in extreme conditions of combat use.

The top-priority challenges were faced by the medical rehabilitation system in Ukraine after the start of war aggression and a large-scale invasion by Russia. Particularly important tasks include, first of all, the rehabilitation of patients with post-traumatic stress disorder, combat-related mental trauma and similar disorders. This fact is well understood both by the society and the leadership of the Ministry of Health of Ukraine, which created a special working group on this problem. Ukraine has a system of medical and prophylactic institutions designed for psychological and physical rehabilitation of military personnel; these use modern rehabilitation technologies. However, long-term rehabilitation in such centers is not available to everyone.

The integration of telerehabilitation technologies for patients with post-traumatic stress disorder, combat-related mental trauma and similar disorders, combined with methods of objective monitoring of functional status, is extremely important. One of the most effective solutions in providing medical rehabilitation care is patient-centered remote rehabilitation – hybrid e-rehabilitation, which requires: online facilities for telediagnosis, telemetry and intervention based on patient capabilities, advanced Internet interaction, intelligent information technologies and services, effective methods of cognitive support in the “Physical therapist – Patient – Multidisciplinary team” system, statistical processing of large amounts of information, etc. Therefore, along with traditional methods of rehabilitation, a patient-centered Smart system of telemedicine support for hybrid e-rehabilitation activities (as part of the UkrVectōrēs and vHealth services) has been developed.

As a result of the authors' research, it was confirmed that those developed at the Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine portable hardware and software complexes can be successfully used to monitor the psycho-physiological state of military personnel. This will make it possible to objectively determine the individual operational readiness of each serviceman to perform tasks, prevent a critical exceedance of his physiological and functional capabilities, as well as predict readiness to participate in long-term combat operations. The methods and means described in the monograph can be considered as the important tool to support the commander's decision-making regarding the execution of combat tasks.

The results of these studies were obtained during 2017 – 2023:

– according to the scientific directions defined by the Strategic Defense Bulletin of Ukraine, put into effect by the Decree of the President of Ukraine of June 6, 2016 No. 240/2016. In particular, the research was carried out in the areas defined by Strategic Goal 5 "Professionalization of the Defense Forces and the Creation of the Necessary Military Reserve" in part of Operational Goal 5.2 "Improving the system of military education and personnel training".

– Grant contract of the National Research Foundation of Ukraine – "Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP)" № 159/01/0245 (07.05.2021), application ID: 2020.01/0245 (2020–2021, project was successfully completed);

– Grant contract of the National Research Foundation of Ukraine – "Development of the cloud-based platform for patient-centered telerehabilitation of oncology patients with mathematical-related modeling", application ID: 2021.01/0136 (2022–2023, project is still in progress).

**ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М. ГЛУШКОВА**
**НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

**ЦЕНТРАЛЬНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ**
**ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ**
**ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**

# ВІЙСЬКОВА МЕДИЦИНА:
# МЕТОДИ КОНТРОЛЮ, ПІДВИЩЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ БОЙОВОЇ ГОТОВНОСТІ ТА ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

**МОНОГРАФІЯ**
Наукове видання

**Чайковський І.А.**
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова Національної академії наук України

**Дихановський В.М.**
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних сил України

**Малахов К.С.**
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова Національної академії наук України

**Бочаров М.М.**
Національний університет оборони України імені Івана Черняховського

**IOWA STATE UNIVERSITY DIGITAL PRESS**
**2023**

УДК 621.515-226.233

**Колектив авторів**:

Чайковський І.А., Дихановський В.М., Малахов К.С., М.М. Бочаров

Військова медицина: методи контролю, підвищення індивідуальної бойової готовності та телереабілітації військовослужбовців / Чайковський І.А., Дихановський В.М., Малахов К.С., М.М. Бочаров – Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Національний університет оборони України імені Івана Черняховського. Iowa State University Digital Press 2023. – 151 с. – Укр. та Англ. мовами. DOI: 10.31274/isudp.2023.128

У монографії розглянуто проблемні питання визначення індивідуальної оперативної готовності військовослужбовців до виконання завдання. Автори виходили з того, що психоемоційний стан військовослужбовця є одним з вирішальних чинників, які впливають на успішність виконання завдань під час перебування у бойових умовах. Це підтверджується досвідом бойових дій Збройних Сил України в операції об'єднаних сил, та особливо після початку широкомасштабного вторгнення з боку Росії. За таких обставин моніторинг психофізіологічного стану військовослужбовців як під час перебування у бойових умовах, так і під час підготовки військовослужбовців до виконання бойових завдань набуває особливого значення.

Представлені результати є теоретичним підґрунтям для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців в процесі їх підготовки на тренажерних комплексах. Дані моніторингу дозволять збільшувати навчальне навантаження на військовослужбовця без перевищення його критичної межі. Це сприятиме формуванню у військовослужбовців навичок адекватно діяти в критичних ситуаціях, а також підвищенню рівня їх підготовки до виконання завдань в екстремальних умовах.

Застосування технологій телереабілітації хворих з посттравматичним стресовим розладом, бойовою психічною травмою та подібними розладами, в поєднанні з засобами об'єктивного контролю функціонального стану є вкрай важливим. Одним з ефективних рішень в наданні медичної реабілітаційної допомоги є дистанційна пацієнт-центрична реабілітація – гібридна е-реабілітація, яка потребує online-засобів теледіагностики, телеметрії і втручання з орієнтацією на можливості пацієнта, розвинутої Internet-взаємодії, інтелектуальних інформаційних технологій і сервісів, ефективних методів когнітивної підтримки в системі "Реабілітолог – Пацієнт – Мультидисциплінарна команда", статистичної обробки великих об'ємів інформації тощо. Звідси поряд з традиційними засобами реабілітації з'явилася пацієнт-центрична Smart-система телемедичного супроводження гібридних е-реабілітаційних заходів (у складі сервісів UkrVectōrēs та vHealth)

В результаті досліджень авторів підтверджено, що розроблені в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України портативні програмно-апаратні комплекси можуть успішно використовуватись для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців. Описані в монографії методи і засоби можуть розглядатися як інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо виконання бойових завдань.

**Ключові слова**: військова медицина; індивідуальна бойова готовність; бойовий стрес; психоемоційний стан; психофізіологічний стан; телеметрія; мініатюрні електрокардіографічні пристрої; безперервний електрокардіографічний моніторинг; тренажерний комплекс; гібридна е-реабілітація; телереабілітація; трансдисциплінарні дослідження.

**DOI 10.31274/isudp.2023.128**

**E-ISBN 978-1-958291-04-7**

© 2023 Чайковський І.А., Дихановський В.М., Малахов К.С., М.М. Бочаров

# ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень ..... 10
Вступ ..... 11
Глава 1. Психосоматична складова підготовки військовослужбовців ..... 13
1.1. Вплив стресу на професійну підготовку військовослужбовців ..... 13
1.2. Стійкість до стресу ..... 17
1.3. Індивідуальні особливості стресостійкості військовослужбовців ..... 19
1.3.1 *Когнітивно-інтелектуальна складова* ..... 24
1.3.2 *Емоційно-особистісна складова* ..... 26
Висновки за розділом ..... 28
Глава 2. Технології індивідуальної підготовки військовослужбовців на основі взаємодії людини з тренажером ..... 30
2.1. Технологія формування знань у професійній підготовці військовослужбовців ..... 30
2.2. Мотивація до навчання військовослужбовця з навчальною системою ..... 36
2.3. Модель використання навчальної системи ..... 45
2.4. Ключові методичні прийоми використовування групових технічних навчальних систем ..... 47
Висновки за розділом ..... 48
Перелік посилань до розділів 1, 2 ..... 49
Глава 3. Визначення фізіологічної ціни діяльності військовослужбовця в польових умовах за допомогою інноваційних мініатюрних програмно-апаратних комплексів: різні сценарії використання ..... 55
3.1. Опис дослідження ..... 60
3.2. Визначення функціонального резерву під час командно-штабної гри на полігон ..... 63
3.3. Визначення функціонального резерву під час тренувань військовослужбовців-спецпризначенців ..... 64
3.4. Визначення функціонального резерву за допомогою довготривалого моніторингу носимими приладами під час виконання старшими офіцерами повсякденних службових обов’язків у мирний час ..... 66
3.5. Визначення функціонального резерву за допомогою довготривалого моніторингу носимими приладами під час виконання старшими офіцерами повсякденних службових обов’язків у воєнний час ..... 69
3.6. Визначення функціонального резерву за допомогою мініатюрних приладів з пальцевими електродами у підрозділі на етапі підготовки до участі у бойових діях ..... 75
Висновки за розділом ..... 77
Перелік посилань до розділу ..... 79

Глава 4. Методика вибору тренажерних засобів, що забезпечують ефективну підготовку військових спеціалістів ..... 81
4.1. Основні засади ..... 81
4.2. Класифікація тренажерних засобів ..... 82
4.3. Планування навчального процесу ..... 95
4.4. Рекомендації для підготовки ТЗ ..... 97
Висновки за розділом ..... 101
Перелік посилань до розділу ..... 102
Глава 5. Інноваційний портативний електрокардіографічно-фотометричний програмно-апаратний комплекс: нові діагностичні можливості в різних галузях військової медицини та підготовки військовослужбовців ..... 103
5.1. Структура програмного забезпечення для інтерпретації даних програмно-апаратного комплексу ..... 103
5.2. Досвід практичного застосування програмно-апаратного комплексу ..... 108
Перелік посилань до розділу ..... 112
Висновки і рекомендації за розділом ..... 114
Глава 6. Пацієнт-центрична гібридна е-реабілітація: сервіси UkrVectōrēs та vHealth (in English). Chapter 5. Patient-centered hybrid e-rehabilitation: UkrVectōrēs and vHealth services. ..... 116
6.1. Цифрове здоров'я, телездоров'я, телемедицина: сучасні визначення та тенденції. Digital health, Telehealth, Telemedicine: current definitions and trends ..... 117
6.2. Основні поняття концепції гібридної е-реабілітації. Basic concepts of the Hybrid e-rehabilitation notion ..... 121
6.3. Концепція формалізації Smart-системи для дистанційної підтримки гібридних е-реабілітаційних сервісів та активностей. Formalization concept of Smart-system for remote support of hybrid e-rehabilitation services and activities ..... 125
6.4. UkrVectōrēs – інструмент на основі розуміння природної мови для виявлення знань, класифікації, діагностики та прогнозування. UkrVectōrēs – an NLU-powered tool for knowledge discovery, classification, diagnostics, and prediction ..... 128
6.5. vHealth – цифрова бібліотека медіа-контенту. vHealth – the digital library of media content ..... 134
6.6. Висновки. Conclusions ..... 136
6.7. Міжнародна наукова співпраця у воєнний час. International scientific collaborations in wartime ..... 138
6.8. Грантова підтримка. Funding ..... 140
6.9. Висловлення подяки. Acknowledgements ..... 140
6.10. Подальші дослідження. Further research ..... 140

6.11. Пам’яті. In memoriam ..... 141
6.12. Перелік посилань до розділу. References ..... 142
Загальні висновки ..... 147

## Перелік умовних скорочень

АНС – Автоматизована навчальна система
АРМ – Автоматизоване робоче місце
АРМ-І – АРМ інструктора
АРМ-К – АРМ курсанта
БМП – Бойова машина піхоти
ЕД – Експлуатаційна документація
ЗВІ – Засоби відображення інформації
ЗЗ – Засоби зв’язку
ЗТ – Зразок техніки
ЗПП – Засіб професійної підготовки
КД – Конструкторська документація
ЛОМ – Локальна мережа
НЕ – Настанова з експлуатування
НТЗ – навчально-тренувальні засоби
НЦ – Навчальний центр
ОВТ – Озброєння і військова техніка
ОУ – Органи управління
ПЗ – Програмне забезпечення
ПК – Персональний комп’ютер
ПКУ – Пульт управління та контролю
ПКН – Пульт керівника навчання
ПП – Професійна підготовка
ППЗ – Прикладне ПЗ
РАО – Ракетно-артилерійське озброєння
РМІ – Робоче місце інструктора
РМУ – Робоче місце учня
РМО – Робоче місце оператора
РСЗВ – Реактивна система залпового вогню
СЛМ – Система «людина-машина»
ТЗ – Технічне завдання
ТЗН – Технічний засіб навчання
ТТХ – Тактико-технічні характеристики

## Вступ

У монографії розглянуто проблемні питання визначення індивідуальної оперативної готовності військовослужбовців до виконання завдання. Автори виходили з того, що психофізіологічний стан військовослужбовця є одним з вирішальних чинників, які впливають на успішність виконання завдань під час перебування у бойових умовах. Це підтверджується досвідом бойових дій Збройних Сил України в операції об'єднаних сил, та особливо після початку широкомасштабного вторгнення з боку Росії. За таких обставин моніторинг психофізіологічного стану військовослужбовців як під час перебування у бойових умовах, так і під час підготовки військовослужбовців до виконання бойових завдань набуває особливого значення.

Представлені результати є теоретичним підґрунтям для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців в процесі їх підготовки на тренажерних комплексах. Дані моніторингу дозволять збільшувати навчальне навантаження на військовослужбовця без перевищення його критичної межі. Це сприятиме формуванню у військовослужбовців навичок адекватно діяти в критичних ситуаціях, а також підвищенню рівня їх підготовки до виконання завдань в екстремальних умовах бойового застосування.

Першочергові виклики постали перед системою охорони здоров'я та медичної реабілітації в Україні від початку військової агресії та широкомасштабного вторгнення з боку Росії. До особливо важливих завдань відноситься, у першу чергу, реабілітація хворих з посттравматичним стресовим розладом, бойовою психічною травмою та подібними розладами. Цей факт добре усвідомлюється, як суспільством, так і керівництвом МОЗ України, яка створила спеціальну робочу групу з цієї проблеми. Україна має систему лікувально-профілактичних закладів, призначених для психологічної та фізичної реабілітації військовослужбовців, в яких використовуються сучасні технології реабілітації. Однак, довготривала реабілітація в таких центрах доступна далеко не всім. Тому, застосування технології телереабілітації хворих з посттравматичним стресовим розладом та подібними розладами, в поєднанні з засобами об'єктивного контролю функціонального стану є вкрай важливим. Одним з ефективних рішень в наданні медичної реабілітаційної допомоги є дистанційна пацієнт-центрична реабілітація – гібридна е-реабілітація, яка потребує online-засобів теледіагностики, телеметрії і втручання з орієнтацією на можливості пацієнта, розвинутої Internet-взаємодії, інтелектуальних інформаційних технологій і сервісів, ефективних методів когнітивної підтримки в системі "Реабілітолог – Пацієнт – Мультидисциплінарна команда", статистичної обробки великих об'ємів інформації тощо. Звідси поряд з традиційними засобами реабілітації з'явилася Smart-система телемедичного супроводження гібридних е-реабілітаційних заходів. Розроблено формальну модель,

програмну реалізацію та методологічні засади застосування сервісів (UkrVectōrēs та vHealth) дистанційної пацієнт-центричної Smart-системи надання медичної реабілітаційної допомоги.

В результаті досліджень авторів підтверджено, що розроблені в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України портативні програмно-апаратні комплекси можуть успішно використовуватись для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців. Це дозволить об'єктивно визначати індивідуальну оперативну готовність кожного військовослужбовця до виконання завдань, попереджати критичне перевищення його фізіологічних та функціональних можливостей, а також прогнозувати готовність до участі у тривалих бойових операціях. Описані в монографії методи і засоби можуть розглядатися як основний інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо виконання бойових завдань.

Портативні програмно-апаратні комплекси, що пропонується використовувати для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців, розроблено в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова Національної академії наук України в рамках Цільової науково-технічної програми Національної академії наук України «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави».

Результати цих досліджень було отримано протягом 2017 – 2023 років:

– за науковими напрямами, визначеними Стратегічним оборонним бюлетенем України, введеним в дію Указом Президента України від 6 червня 2016 року № 240/2016. Зокрема, дослідження проводились у напрямах, визначеними Стратегічною ціллю 5 "Професіоналізація сил оборони та створення необхідного військового резерву" у частині Оперативної цілі 5.2 "Удосконалення системи військової освіти та підготовки кадрів";

– Грантового проєкту НФДУ "Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)", номер заявки: 2020.01/0245 (2020–2021, проєкт успішно реалізовано);

– Грантового проєкту НФДУ "Розробка хмарної платформи пацієнт-центричної телереабілітації онкологічних хворих на основі математичного моделювання", номер заявки: 2021.01/0136 (2022–2023, проєкт в процесі реалізації).

# Глава 1. Психосоматична складова підготовки військовослужбовців

## 1.1. **Вплив стресу на професійну підготовку військовослужбовців**

На думку багатьох дослідників, однією з найскладніших проблем у галузі людського фактора є проблема впливу стресу на професійну підготовку. Вивченню окремих складових цієї проблеми присвячені роботи В.Ф. Березіна, В.А. Бодрова, Л.Г. Дікой, Л.А. Китаєва-Смика, В.І. Лебедева, Н.Д. Левитова, Т.А. Немчиної та інших. У цих роботах показано, що стрес, визваний особливістю військової служби (добовий наряд зі зброєю, польові виходи, робота з технікою, аварії, катастрофи тощо). Це і є причиною необхідності вивчення стресового стану в професійній діяльності військовослужбовця. У військовій службі стресові ситуації можуть створюватися динамічністю подій, необхідністю швидкого прийняття рішення, неузгодженістю між індивідуальними психосоматичними рисами військовослужбовця та характером його діяльності. Ряд стресорів, таких як рольова невизначеність, конфлікти, перевантаження та інші чинники зазвичай бувають тісно пов'язані з психічним напруженням, психосоматичними розладами, а також із несприятливими поведінковими наслідками. Тому професія військовослужбовця, незалежно від особливостей людини та конкретного місця несення служби, пов'язана з цілком певними стресами, тобто сама фах носить стресогеннzий характер [1, 2, 3, 4].

У психології існують різні підходи до дослідження професійного стресу, на підставі яких розроблено відповідні моделі стресу. Наприклад, можливість контролю ситуації, можливість використовувати наявні навички, можливість вибору, ясність обставин, можливість міжособистісних контактів, фізична безпека, значима соціальна позиція [5].

У рамках інтерактивного підходу до проблеми професійного стресу описано модель взаємної відповідності індивідуума і середовища, суть якої в тому, що ті чи інші особливості професії можуть нести в собі небезпеку невідповідності здібностей людини вимогам, що висуваються до неї під час виконання службових обов'язків. Тому вчені запропонували інтерактивну модель, яка базується на відповідності вимог, що надаються роботою і можливістю контролю над нею: поєднання високих вимог і низьких рівнів контролю призводить до великої фізичної та психологічної напруги, що в свою чергу сприяє розвитку багатьох захворювань і, відповідно, негативно позначається на ефективності професійної діяльності [6, 7].

Емоційний стрес виникає за реальної або прогнозованої небезпеки. Він характеризується почуттям провини за невиконану роботу, можливим руйнуванням глибинних настанов і цінностей працівника, пов'язаних з його професією. Комунікативний стрес, пов'язаний із проблемами службового

спілкування, і проявляється в підвищеній конфліктності, нездатності контролювати себе тощо [8, 9].

Вивчаючи негативний вплив різних стрес-факторів на діяльність людини в екстремальних умовах, вчені дійшли до висновку, що при тривалому стресі відбувається погіршення якості спілкування людей. Характеризуючи соціально-психологічний синдром стресу, вони виділили три види дезорганізуючих особливостей спілкування. Перша особливість полягає в тому, що у людини в стані стресу легко виникає неприязнь до будь-якої ініціативи й ініціаторів. Наприклад, будь-хто звертається до неї із запитанням, а вона відповідає неприязно, роздратовано, нерідко виривається озлобленість, виникає образа. Навколо бачаться несправедливості, часом без всяких підстав. Друга особливість полягає у спотвореності почуття відповідальності за доручену справу: військовослужбовець ухиляється від обов'язків, перекладає їх на колег по службі, намагається довести свою непричетність до помилок і зривів у військовій діяльності. Третя особливість пов'язана з виникненням почуття відчуженості. Емоційно-поведінковий синдром стресу може виявлятися подвійно: як короткочасний спалах емоцій, під зовнішнім проявом яких ховаються складні фізіологічні процеси, та як тривала напруга зі складною поведінкою, мисленням, поглядами на життя тощо [10]. В залежності від обставини одних людей відрізняють якості, наприклад, впевненість, рішучість, сміливість. Інші – не впевненість в собі, боязкість, плаксивість – у критичні моменти легко піддаються паніці. Вегетативний синдром має суто індивідуальне вираження у вигляді різних фізіологічних проявів, які мають адаптаційну сутність, але можуть стати підставою для розвитку «хвороб стресу» [11]. Розглядаючи когнітивний синдром стресу з аналізу матеріалу вітчизняної та зарубіжної літератури, присвяченої вивченню пізнавальних процесів і мислення при стресі, вчені стверджують, що при стресі, відбуваються значні зміни пізнавальних процесів і процесів самосвідомості, осмислення дійсності, пам'яті тощо. Зміна суб'єктивної значущості громадської думки для людини для одних значимість зростає, для інших – знижуватися. Ці зміни при стресі залежать від рівня виваженості та динаміки змін таких показників особистості як ступінь невротизму та інтро-, екстраверсії, тривожності, циклоїдних коливань настрою і тощо. Вони можуть істотним чином, негативно або позитивно, впливати на психологічний клімат колективу, на продуктивність праці, на успішність подолання екстремальних ситуацій [12].

Специфіка поведінки людини в критичних ситуаціях залежить не тільки від зовнішніх факторів, але й від індивідуальних особливостей суб'єкта, що характеризується характером відповідного реагування на стресогенний вплив та визначається внутрішніми психологічними умовами [13]. У процесі реагування виявляються індивідуальні властивості нервової системи:

ступінь її стійкості до інтенсивності й тривалості впливу;

можливості бар'єру психічної адаптації;

сформованість індивідуального стилю діяльності, програма і стратегія поведінки;

психологічною надійністю когнітивних процесів тощо.

Поняття «стрес» трактується як реакція суб'єкта на загрозу впливу екстремального сигналу або ситуації, яка сприймається і оцінюється як загроза з допомогою механізмів психічного відображення суто індивідуально [14]. Розглядаючи проблему психічної регуляції особистості в екстремальних умовах, звертається увага на можливість використання декількох напрямів її вивчення. Один із напрямів зводиться до визначення основних рис і типів особистості, які характеризують поведінку в цих умовах, визначенню значення тих чи інших особистісних властивостей в адаптаційних процесах, взаємозв'язку особистісних особливостей з іншими характеристиками – когнітивними, емоційними, темпераментними [15].

При виконанні службових обов'язків у стані стресу виникає ряд негативних змін деяких параметрів організму, як на психологічному, так і на фізичному рівні. Це в свою чергу позначається на поведінці військовослужбовця й має негативний вплив на його професійну діяльність [16, 17]. Найбільш значущими ознаками професійного стресу є такі: неможливість зосередитися, часті помилки в роботі, погіршення пам'яті, підвищена збудливість, часте виникнення почуття втоми, прискорення темпу мови, втрата задоволення від роботи, втрата почуття гумору, різке зростання кількості викурених цигарок, пристрасть до алкогольних напоїв, постійне відчуття голоду або втрата апетиту. Подразники підвищеної збудженості виникають у надмірній кількості і викликають загальну реакцію хвилювання. Поведінка військовослужбовця стає дезорганізована, рівень виконання завдань різко падає. Ще більше посилення стресового впливу призводить до загального гальмування, пасивності, бездіяльності. Тому принципово важливим є не загальний підхід до наукових уявленнях про функціональний стан, в світлі якого вивчення функціонального стану неможливе без вивчення ряду психологічних показників, а інтегральна оцінка функцій військовослужбовця, які безпосередньо чи побічно зумовлюють ефективну діяльність військового [18, 19].

Функціональний стан військовослужбовця як психофізіологічну основу стресостійкості можна визначити за допомогою двох основних критеріїв надійності та ціни діяльності [10]. Ціну діяльності можна розглядати як величину фізіологічних, психофізіологічних і психологічних витрат, які забезпечують виконання службових обов'язків на необхідному рівні. Використовуючи ці критерії, всі психічні стани можливо розділити на три основні класи:

функціональні;

граничні;

патологічні.

До функціональних відносяться такі стани, при яких необхідний рівень роботи забезпечується адекватними витратами та параметрами гомеостазу. Для граничних, з точки зору функціональності, стан може характеризуватися або зниженням надійності свідомості, або неадекватністю психофізіологічних витрат. А для патологічних функціональних станів необхідна надійність не забезпечується, а ціна діяльності перевищує можливості регуляції гомеостазу [20].

Під функціональним станом організму військовослужбовця слід розуміти таку сукупність фізіологічних функцій і психофізіологічних якостей, яка забезпечує ефективність виконання службових обов'язків. Тому слід описати ряд психічних явищ, які супроводжують становлення військовослужбовця, а фактично розкривають етапи формування індивідуального ставлення до стресової ситуації, на основі якої формується функціональний стан стресогенної професії:

1. Розуміння і оцінка людиною небезпечних ситуацій, та окремих її чинників. Суб'єктивна категоризація ситуації, як небезпечної, різна: в одних випадках небезпечна ситуація окремою людиною може сприйматися як безпечна або малонебезпечна, в інших – навпаки – безпечна ситуація може сприйматися як небезпечна;

2. Оцінка значущості ситуацій, та ставлення до неї. Критерій значущості опосередковує будь-яку реакцію людини. Чим вище оцінка значущості ситуації, тим сильніше реакція на неї;

3. Мотивація активності в ситуації. Одні мотиви змушують людину долати будь-які труднощі, інші спонукають відступати перед найменшими перешкодами;

4. Адекватність рішень, поведінки і дій, в яких виявляється ступінь підготовленості до успішної службової діяльності в небезпечній ситуації;

5. Психічні стани людини й здатності упоратися поведінкою, під яким розуміється активний прояв особистості саморегуляції своєї психологічної діяльності та оволодіння своїм станом, вчинками та діями.

Фізичні навантаження, виснаження систематичним нестабільним режимом роботи, підвищена ймовірність загрози життю, здоров'ю, як одна зі складових службової діяльності, захворювання, набуті в період служби, також відносяться до стресорів високої інтенсивності. Несприятливі умови виконання службових обов'язків нерідко призводять до того, що у кожного третього військовослужбовця в кінці чергування відзначаються скарги на

сонливість, слабкість, запаморочення, пригніченість, головні болі, дратівливість. Крім того, військовослужбовці змушені забезпечувати безпеку об'єкту, що охороняється, не маючи можливості в критичній ситуації скористатися деякими спецзасобами, доступними військовослужбовцям, такими як вогнепальна зброя тощо [21].

Таким чином, підвищена стресогенність діяльності військовослужбовця висуває певні специфічні вимоги до сили нервової системи, врівноваженості нервових процесів та їх рухливості, здатності до підтримання рівноваги між обсягом й інтенсивністю сприйнятих подразників і реакцій організму на них.

Небезпека нервово-психічної напруги для військовослужбовця проявляється в дезорганізації поведінки, гальмуванні раніше напрацьованих навичок, неадекватних реакціях на зовнішні подразники, труднощі в розподілі уваги, звуженні обсягу уваги і пам'яті, імпульсивних діях. Такі зміни в першу чергу вражають професійно значущі якості, тобто знижують надійність військовослужбовця, під якою розуміють ймовірність задовільного виконання потрібних професійних функцій у заданих умовах у певний час.

Специфіка професії військової служби висуває певні вимоги до особистості військовослужбовця: працездатність і функціональний стан військовослужбовця залежать від можливості розвитку професійно значущих якостей, компенсаторних можливостей і, в першу чергу, від індивідуально-типологічних та особистісних якостей, до яких по праву можна віднести стресостійкість.

## 1.2. **Стійкість до стресу**

Під терміном «стресостійкість» розуміють такі його складові як емоційна стійкість, психологічна стійкість до стресу, стрес-резистентність, фрустраційна толерантність тощо.

Стресостійкість індивідуальної психологічної особливості, яка полягає в специфічної взаємозв'язку різнорівневих властивостей інтегральної індивідуальності, що забезпечує біологічний, фізіологічний і психологічний гомеостаз системи, веде до оптимальної взаємодії суб'єкта з навколишнім середовищем у різних умовах життєдіяльності.

Однією з основних характеристик здатності особистості до оптимального функціонування в складних ситуаціях є емоційна стійкість, яка практично ототожнює це поняття з поняттям стресостійкості. Емоційна стійкість як поєднання несприйнятливості до емоціогенних факторів негативно впливає на психічний стан індивідуума і здатність контролювати і стримувати виникаючі астенічні емоції (тобто прояв розвиненості вольових якостей особистості), забезпечуючи тим самим успішне виконання необхідних дій. Це, в

свою чергу, формує здатність керувати своїми емоціями, зберігати високу професійну працездатність, здійснювати складну або небезпечну діяльність без напруженості, незважаючи на емоціогенний вплив [22].

Емоційну стійкість можна розглядати як взаємодію емоційно-вольових якостей особистості (ступінь вольового володіння достатньо сильними емоціями), щодо відношення до характеру військової діяльності. Тому розділяють емоційну стійкість на емоційно-моторну, емоційно-сенсорну та емоційно-вольову. Такий підхід дозволяє розуміти стресостійкість як стійкість моторних, сенсорних і розумових компонентів діяльності під час емоційного переживання, що виникло. Але також емоційну стійкість можна розглядати як властивістю психіки, завдяки якій людина здатна успішно здійснювати необхідну діяльність у складних умовах.

Емоційну стійкість можна пояснити з точки зору використання резервів нервово-психічної енергії, яку пов'язує з особливостями темпераменту військовослужбовця, силою нервової системи щодо збудження і гальмування, рухливістю, лабільністю нервових процесів. Емоційна стійкість – це здатність бути емоційно стабільним, тобто мати незначні зрушення у величинах, що характеризують емоційні реакції в різних умовах діяльності.

Розглядаючи емоційну стійкість як інтеґративну динамічну властивість військовослужбовця, що формується в процесі життєдіяльності, ми припустимо, що це психічний стан, за характеристиками якого можливо обумовити про ступінь адаптованості до умов середовища, що змінюється. До того ж, операціональною ознакою емоційної стійкості вважають збереження в цілому психічного стану оптимального функціонування при ускладненні умов професійної діяльності або життєдіяльності.

Досліджуючи проблему психічної адаптації та регуляції емоціональних станів, ми дійшли висновку, що їхнє існування формуються протягом всього життя і визначає успішність адаптації людини в найрізноманітніших умовах. До таких характеристик, складових інтегральної характеристики особистості, відносяться в першу чергу рівень нервово-психічної стійкості, самооцінка особистості, соціальна референтн поведінка (відчуття своєї значущості), рівень конфліктності, досвід спілкування, морально-етична орієнтація, орієнтація на вимоги найближчого оточення [15].

Узагальнення теоретичних аспектів досліджуваної проблеми дозволило, на наш погляд, виділити кілька основних підходів, які мають істотне значення для вивчення феномену стресостійкості, що складають методологічну основу розуміння особливостей поведінки людини в стресогенних умовах. Психіка людини формується і проявляється в ході діяльності, яка розуміється як цілеспрямована, свідома, активність людини, яка перетворює її щодо зовнішнього світу й до себе [23]. Занурюючись в процес цілеспрямованої діяльності,

людина набуває специфічних властивостей і якостей самоорганізації, саморегуляції, самоконтролю, які, в свою чергу, складають підгрунтя ефективного або неефективного функціонування в різних умовах, у тому числі стресогенних [24].

З точки зору системного підходу, стресостійкість являє собою систему, яка включає певні компоненти і спосіб їх організації, що відкриває можливості для дослідження різних параметральних характеристик – елементів цієї системи. З іншого боку, цей згаданий підхід дозволяє розглядати стресостійкість і як елемент системи «особистості», в яку включені і знаходяться у взаємозв'язку властивості, що утворюються в результаті виконання службових обов'язків. Стійкість системи носить активний характер, тобто при короткочасному впливі виявляється в тому, наскільки швидко система повернеться до колишнього стану. Якщо негативні впливи тривалі або багаторазово повторюються, то стійкість проявляється в тому, що система переходить з одного стану в інший, зберігаючи основні внутрішні взаємозв'язки. З точки зору системного підходу психічна організація особистості як система припускає наявність ознак стійкості як здатності зберігати себе в умовах, мінливих в деяких межах середовища. Якщо система стійка, то вона інваріантна, тобто здатна в один і той же час до активного самозбереження і до саморуху, до саморозвитку. Системний підхід дозволяє розглядати стресостійкість з позиції взаємозв'язку і взаємозумовленості відбитих, регулятивних, комунікативних функцій психіки, фізіологічних функцій організму і явищ, процесів, об'єктів зовнішнього світу.

Особистісний підхід із вивчення феномену стресостійкості передбачає оцінку особливостей когнітивної, емоційно-вольової, мотиваційної, темпераментальної, психомоторної сфер особистості в контексті нестандартних, напружених ситуацій [25]. Основні положення особистісного підходу дозволяють розглядати стресостійкість як багаторівневу систему взаємопов'язаних психологічних характеристик особистості, що виражають відношення свідомості до зовнішніх і внутрішніх стимулів різної інтенсивності.

## 1.3. **Індивідуальні особливості стресостійкості військовослужбовців**

Під зовнішніми чинниками, від яких залежить швидкість виникнення того чи іншого виду стресового стану, сила переживань, особливості поведінкових реакцій особистості, розуміють фізіологічні, психічні, нейродинамічні. До них належить емоційна стійкість людини, індивідуальна витривалість і діапазон функціональних можливостей окремих систем організму, бар'єр психічної адаптації, сила чи слабкість нервової системи, толерантність особистості, наявний досвід особистості у переживанні напружених ситуації.

Багато дослідників відзначають значимість індивідуальних особливостей у процесі адаптації до стресів. Серед індивідуально-типологічних характеристик, що впливають на стресостійкість, називають екстраверсію / інтроверсію, тривожність, агресивність (схильність до конфлікту), екстрапунітівность / інтрапунітівность (спрямованість реакції на фрустрацію), ригідність / флексібельність (схильність до застрявання), психотизм / реактивність (орієнтованість на позитивну або негативну потреба в стимуляції).

Емоційна, антистресова стійкість військовослужбовця, в залежності від форми реагування на ситуацію стресу, пов'язана з його особистими характеристиками темпераменту, силою потреб особистості. Антистресова стійкість розуміється як здатність людини активно протидіяти нервовостворюючим факторам, толерантність до стресу або нейропсихологічна резистентність. У якості особистісних характеристик слід розуміти нахил військовослужбовця до розвитку дезадаптації, що розглядається як психосоціальна уразливість щодо стресу.

Залежність індивідуальних проявів стресу як від суб'єктивної значущості стрес-фактора, так і в значній мірі залежить від усвідомлення військовослужбовця своєї відповідальності за себе, за оточуючих, за те, що відбувається, від психологічної установки на ту чи іншу роль в екстремальних умовах. Форма відповіді на стресогенний вплив виробляється військовослужбовцем у міру того, як він продовжує взаємодіяти з ситуацією через процеси ідентифікації та оцінки сигналів, вироблення стратегії поведінки. Таким чином, особистісна реакція в цьому процесі є визначальною. Введення поняття бар'єра психічної адаптації, об'єднуючи під цим поняттям всі потенційні можливості здійснення людиною адекватною й цілеспрямованою психічної діяльності і переробки психотравмуючого впливу, характеризує, таким чином, індивідуальні особливості стресостійкості. Бар'єр психічної адаптації динамічний, тобто під впливом життєвих обставин його рівень постійно коливається і в екстремальних умовах наближається до індивідуальної критичної величини, коли людина використовує всі резервні та психічні можливості. Інтенсивне навантаження призводить до перенапруження бар'єру психічної адаптації, що проявляється психоневротичними станами (безсонням, втратою апетиту, нестійкістю настрою, зривами в міжособистісних контактах).

Вивчаючи проблему особистісної детермінації розвитку стресу і індивідуально-особистісних особливостей стресостійкості військовослужбовців, розглядається низка рис, в числі яких особливої уваги приділяється поведінці за А-типом: особистісної тривожності, депресивності, агресивності, екстравертірованность, екстернальності, нейротизму, емоційної стійкості, когнітивному стилю, самооцінці.

Поведінковий А-тип людини був виявлений при вивченні чинників ризику серцевих захворювань. Люди, наділені А-типом, описані як дратівливі, ворожі, нетерплячі, схильні до суперництва і домінування. Вони більш чутливо реагують на стресори в навколишньому середовищі і відчувають великий ступінь напруги в стресовій ситуації і, відповідно, складових «групи ризику». Схильність людей А-типу до стресу свідчать про високу ймовірність розвитку ішемічної хвороби серця у людей в умовах тривалих психоемоційних навантажень. Визначаючи їхню схильність до неадекватної оцінки завдань, що стоять перед ними, наприклад, поспішність у прийнятті рішень, схильність до фіксації на невдачах і власних недоліках тощо. У представників поведінки по В-типу – ці якості менш виражені.

Схильність до стресу залежить від ступеня виваженості особистісної тривожності, в основі якого лежить психічний стан тривоги. Тривожність – це психічний стан, який виражається у відчутті загрози, порушенні спокою, що викликаються ймовірними неприємностями, тобто виступає як сигнал неблагополуччя, сигнал порушення психічної адаптації. Тривога є основою будь-яких змін психічного стану, обумовлених психологічним стресом, яка шкодить формуванню адаптивної поведінки. Тривожність детермінує всю систему відносин людини і дуже тісно пов’язана з такими нейродинамічними і темпераментними властивостями як слабка нервова система, неврівноваженість нервових процесів, сензетивна і емоційна збудливість [24].

У високотривожних людей у стресогенних умовах виникає значна нервово-психічна напруга, обумовлена їхньою надмірною вимогливістю до себе. Внаслідок цього відбувається зміщення мотиву діяльності, при якому індивід замість активного пошуку способів вирішення завдання, акцентує увагу на успішності своєї діяльності, завищуючи значимість помилок і відповідальність за них. Підґрунтям причини нервово-психічної напруги є непродуктивні енергетичні витрати, які надмірно підвищують «собівартість» або «вартість інтелектуальної напруги». Аналізуючи проблему стійкості до стресу, в контексті особистісного підходу, виділяють симптомокомплекс «стресостійкість / стресоуразливість». Довгострокові риси, що становлять основу симптомокомплексу, знаходяться у відносинах потенціювання, ретардації, компенсації і надають певний кумулятивний ефект на поведінку людини в умовах стресогенної ситуації. Розглядаючи емоцію тривоги як геніралізований показник залучення особистості в стресову ситуацію, необхідно звернути увагу на вагомі кореляційні зв’язки тривоги з особистісними рисами: позитивні зв’язки визначають особистісну рису як «стресоуразливість», негативні – як «стресостійкість». Таким чином, цей симптомокомплекс виявляє рівень функціональних можливостей подолання стресу.

Багато дослідників вивчали зв'язок між здатністю справлятися зі стресом і локусом контролю. Виділяють два полярних локусу контролю над вагомими подіями: інтернальний і екстернальний. У першому випадку індивід інтерпретує вагомі події як результат своєї власної діяльності, у другому – вважає, що події які відбуваються з ним, результат зовнішніх сил. Рівень суб'єктивного контролю пов'язаний із такими характеристиками особистості як незалежність, самостійність людини в досягненні своїх цілей, відчуття людиною особистої відповідальності за події, що відбуваються з ним, зрілість і самостійність особистості, самоповага, відчуття власної сили і гідність, позитивна самооцінка. Зазвичай, вважають, що інтернальність як компонент особистісної зрілості пов'язана з просоціальною поведінкою. Екстернали більш активно шукають необхідну інформацію і, звичайно, більш обізнані щодо ситуацію ніж інтернали, більш відповідально ставляться до свого здоров'я. Інтернали, які сподіваються тільки на себе не потребують зовнішньої підтримки, менш схильні до стресу в екстремальних умовах при соціальному тиску ніж екстернали, невпевнені в собі, потребують заохочення, болісно реагують на критику, покладаються на випадок, на долю [26].

Зв'язок екстернальності з психопатологією може співіснувати як з високою тривожністю, так і з депресією. Адаптивна роль інтернальності підтверджується даними дослідження хворих на неврози. Ще свідчить про характерні для них низькі вихідні показники інтернальності і підвищенні їх у процесі психотерапевтичного впливу.

Хвилювання, напруга, тривога, стрес поглинають ресурси уваги, які є головним виконавським компонентом оперативної пам'яті. Визначаючи стан тривоги двома факторами – стресором і рівнем тривожності, то рівні стану тривоги визначають виконання поточної задачі, оскільки стан тривоги у формі хвилювання віднімає цінні ресурси когнітивної обробки.

Одними з важливих факторів регуляції діяльності військовослужбовця вважаються інтелектуальні і пізнавальні можливості особистості. Особливості сприйняття, формування понять, збереження, інтерпретації інформації тощо, тобто, індивідуальні способи переробки інформації, в тому числі стресогенній, відображають когнітивні стилі. Тобто, когнітивні стилі можна розглядати як прояв широких індивідуальних особливостей особистості. Когнітивні стилі, будучи характеристикою пізнавальної сфери, є і виявом особистісної організації в цілому, оскільки індивідуалізовані посібники переробки інформації тісно пов'язані з потребами, мотивами, афектами тощо, що мають прямий вплив на особливості протікання індивідуальних адаптаційних процесів [27].

Гостроти потреби, характер мотивів і інтенсивність мотивації – є суттєвою детермінантою будь-якого психічного стану (в тому числі стресового).

Незадоволення потреб, бажань викликає в людини сильне психічне напруження, наслідком якого можуть стати різні нервово-психічні розлади (тобто порушення гомеостазу). Мотиваційні феномени виконують у психічній діяльності спонукальну функцію і визначають вибірковість звернення і активності військовослужбовця до оточення, до проблем і можливостей. Потреби, мотиви, цілі, плани, прагнення, психологічні установки, інтереси, переконання, погляди – найважливіші з них і домінуючі серед інших психологічних факторів, закономірностей і механізмів психіки – істотно впливають на поведінку, спосіб життя.

При аналізі впливу мотивації на формування феномену професійної стійкості підкреслюється зв'язок з емоційними реакціями і емоційністю як стійкою характеристикою особистості взагалі. Особливої уваги приділяють явищу надлишкової мотивації під час виконання службових обов'язків військовослужбовців, де виділяють:

1) надлишкову мотивацію перед дією. Коли військовослужбовець сильно зацікавлений у якитсь важливій справі, мотивація заважає йому відволікатися і думати про щось інше. Він переживає хвилювання або тривогу, які виражаються у збудженому стані і несприятливих вегетативних реакціях. Зовні може створюватися враження, що енергія, яка не була використана, виливається в емоційні розряди;

2) надлишкову мотивацію після дії. Характер емоції залежить від результату, але причина може бути аналогічною. Очікування викликає енергетичну мобілізацію, яка не знаходить виходу. Вона проявляється в емоційних реакціях, природа яких залежить від ситуації в цілому.

В поведінці військовослужбовця виділяють специфічний мотив, який визначається як прагнення підвищувати власні здібності та вміння, підтримувати їх на можливо вищому рівні в тих видах діяльності, щодо яких досягнення вважаються обов'язковими (фізична, стройова, вогнева, спеціальна підготовка тощо [28]. Найчастіше в особистості виявляються дві незалежні тенденції, які існують в межах цього мотиву. Вони характеризують два типи людей: орієнтованих на успіх і які очікують невдачі. Якщо в межах психології особистості друга тенденція має негативне забарвлення, то в рамках нашої концепції формування стресостійкості розглядається як елемент безпеки життєдіяльності фахівця (при домінуванні спрямованості на успіх). Чим значніше мотив досягнення, тим частіше з ним співвідносяться такі типологічні особливості нервової системи: сильну нервову систему, лабільність збудження і гальмування, і перевагу збудження по «зовнішніх» і «внутрішніх» балансів.

Мотиваційні досягнення, активна, ініціативна, продуктивна діяльність і ступінь їх активності найменше залежать від зовнішнього контролю. Вони характеризуються наполегливістю в досягненні реальних цілей, схильні

планувати власне майбутнє. Важливо, що у таких особистостей при виконанні завдань проблемного характеру, а також в умовах дефіциту часу результативність діяльності, як правило, покращується [29].

Враховуючи вищевикладене можна зробити висновок про те, що стресостійкість як властивість особистості характеризується відносною стійкістю компонентного складу, залежить від індивідуально-особистісних особливостей психічної організації людини, поєднання вроджених і набутих властивостей і забезпечує певний кількісний і якісний рівень життєдіяльності військовослужбовця.

В умовах виконання службових обов'язків стресостійкість розуміємо як складну інтегральну властивість особистості, взаємозалежну із системою елементів, представлених комплексом інтелектуальних, когнітивних, емоційних і особистісних якостей, які уможливлюють можливість військовослужбовців переносити значні розумові, фізичні, вольові та емоційні навантаження, зберігаючи ефективність функціонування в стресогенній ситуації.

Під стресогенною ситуацією розуміємо змінені умови звичного середовища життєдіяльності. Тому виділимо комплекс психологічних характеристик особистості військовослужбовця, які пов'язані із стресостійкістю, що включає наступні блоки:

1) когнітивно-інтелектуальний;

2) емоційно-особистісний.

### 1.3.1 ***Когнітивно-інтелектуальна складова***

У процес адаптації військовослужбовця до умов військової служби, в тому числі і стресогенним, є включення мислення, яке є вищим пізнавальним психічним процесом, одержуваним людиною із зовнішнього світу. Процес мислення починається із виникненням проблемної ситуації, вирішення якої вимагає вибору з двох і більше можливостей. Стресова ситуація з огляду на сказане може розглядатися як проблемна, так само припускає вибір ефективного варіанту поведінки військовослужбовця. Ефективність поведінки в стресовій ситуації залежить від уміння використовувати набутий досвід, здібності продукувати різноманітні ідеї у невизначеній ситуації, здатності змінювати сприйняті ситуації таким чином, щоб бачити її нові сторони. Під поняттям «ефективна поведінка» в цьому контексті ми розуміємо цілеспрямовану діяльність військовослужбовця, орієнтовану на підтримання функціонального стану організму при вирішенні завдань у складній стресогенній ситуації. Оскільки процес мислення починається із сприйняття об'єкта чи явища, для формування ефективної поведінки в стресогенной ситуації важливим є достатній розвиток перцептивних здібностей. Вибір варіанту поведінки в

проблемній ситуації включає процес прийняття рішення, в основі якого лежить розумова операція порівняння відомих із минулого досвіду моделей поведінки з їх функціональною ефективністю, а також передбачення можливості використання нових, сконструйованих поведінкових моделей. Успіх операції порівняння залежить від того, які властивості порівнюваних предметів або явищ визначаються як істотні, наскільки правильно обрані показники для порівняння. Для цього необхідно вміти знаходити істотні зв'язки між явищами, диференційовані істотні від другорядного [30]. При пошуку рішення проблеми (в стресогенній ситуації вибір варіанту поведінки) людина використовує не тільки ту інформацію, яку вона сприймає в теперішній час, але й ту, яку зуміє отримати з пам'яті. Добре розвинуті здібності, зокрема оперативна пам'ять і здатність до продуктивної опосередкованого запам'ятовування є важливим компонентом стресостійкісті. Оперативна пам'ять як когнітивна функція яка допомагає стежити військовослужбовцю за тим, де він знаходиться в цей момент, зберігає інформацію стільки часу, скільки необхідно для прийняття рішення. Тому оперативна пам'ять є щось набагато більше ніж сховище короткочасної пам'яті. Вона спирається на систему контролю уваги і лежить в основі виконання багатьох когнітивних завдань, таких як міркування, учіння тощо.

Опосередковане запам'ятовування – функція синтетична, що відображає як мнестичні, так і інтелектуальні процеси, вольові акти. У опосередковані запам'ятовування включені такі процеси пам'яті як умисне осмислене запам'ятовування, збереження, відтворення, впізнавання.

Таким чином, до когнітивно-інтелектуальних особливостей особистості на формування високого рівня стресостійкості впливає:

1. Гнучкість мислення – це швидкість перебудови звичного сприйняття, уявлень і думок у зміненій ситуації, а також своєчасне і адекватне для цієї ситуації прийняття рішень. На поведінковому рівні ця якість проявляється у здатності застосовувати більшу кількість різноманітних способів поведінки, яка залежить від розвитку, зокрема такої якості як абстрактність мислення.

2. Абстрактність мислення як одна з характерних ознак здатності продукувати нові ідеї на основі минулого досвіду. В основі абстрактності конкретності лежать такі психологічні процеси як диференціація та інтеграція понять. Для людей, що володіють цією якістю характерна свобода від безпосередніх властивостей ситуації, орієнтація на внутрішній досвід, незалежність, гнучкість, креативність і т.і.

3. Поленезалежність як показник індивідуального способу переробки інформації, що характеризує специфіку і відмітні особливості інтелектуальної діяльності особистості. Поленезалежність – це глобальна домінуюча тенденція особистості орієнтуватися при вирішенні проблем або на інших людей,

або на себе. Поленезалежні особи виявляють високу особистісну автономність, стабільний образ «Я», спирання на власний досвід і самостійний аналіз ситуації в процесі прийняття рішень, що є важливим компонентом стресостійкості у військовослужбовця.

4. Розвинені перцептивні здібності: перцептивна увага, спостережливість.

5. Розвинені мнемічні здібності, зокрема оперативна пам'ять, здатність до продуктивного опосередкованого запам'ятовування.

6. Розвинуті інтелектуальні здібності, такі як оперативне мислення, вміння зосередитися, уміння диференціювати істотне від другорядного, знаходити істотні зв'язки між явищами.

### 1.3.2 ***Емоційно-особистісна складова***

До емоційно-особистісних особливостей, що надають істотний вплив на формування стресостійкості, ми відносимо такі:

1. Емоційна стійкість. Ефективні переживання, що супроводжують стрес, можуть призвести до негативних змін в організмі людини. Саме емоційний апарат першим вмикається в стресову реакцію під впливом екстремальних факторів. Під емоційною стійкістю розуміється здатність долати стан зайвого емоційного збудження при виконанні складної діяльності.

2. Оптимізм як риса особистості (переважання позитивного емоційного фону настрою). Оптимістичне сприйняття навколишнього світу підтримує емоційну організацію в стресогенних ситуаціях, бо як прогноз майбутніх змін будується в більшості випадків у позитивному напрямку. Ступінь виваженості емоційної реакції у відповідь на стресогенні ситуації багато в чому залежить від схильності до переживань емоцій певної модальності, тобто від стійких особливостей емоційності. До позитивної емоційної диспозиції може бути віднесена і така риса особистості як оптимізм. Життєрадісні люди – стійкі, психологічно витривалі. Основою витривалості вважається контроль, висока самооцінка, критичність. Люди з негативною емоційністю (песимістично налаштовані) частіше фіксуються на невдачах, частіше звертають увагу на негативний бік життя, ставляться до себе гірше і менше задоволені життям ніж люди з позитивною емоційністю. Як наслідок – відчувають стрес.

3. Середній рівень особистісної тривожності. Це особистісна риса, що зумовлює готовність до тривожних реакцій. Розглядаючи тривогу як сигнал небезпеки, який свідчить про ймовірність порушення психічної адаптації і активує адаптивні механізми, прогнозування небезпеки залежить і від ситуаційних, і від особистісних чинників. Особистісні фактори можуть мати більш суттєве значення ніж ситуаційне, і тривога більшою мірою буде відображати

індивідуальні особливості військовослужбовця. Середній рівень особистісної тривожності розглядається як оптимальний рівень готовності військовослужбовця до цілеспрямованих зусиль щодо формування адаптивної поведінки в стресогенній ситуації. Знижена, як і висока особистісна тривожність, призводять до порушення поведінкової інтеграції, яка обумовлюється або ігноруванням сигналів небезпеки, або перебільшенням ступеня їх значимості, відповідно.

4. Середній рівень агресивності. Розглядаємо як стійку особистісну особливість світосприйняття і світорозуміння, яка виражається в готовності до агресивних дій щодо ставлення до іншого, і залежить від готовності особистості сприймати та інтерпретувати поведінку іншого відповідним чином. Середнім рівнем агресивності вважається той ступінь прояву агресії, яка реагує на загрозу життєвоважливих інтересів особистості. Вона достатня для ефективного функціонування та підтримки особистого психологічного та фізичного здоров'я в стресогенних умовах.

5. Внутрішній локус контролю. Внутрішній контроль ґрунтується на сприйнятті життєвих подій як наслідків особистих дій, підконтрольних самій людині. Інтернали витрачають істотну частину своєї енергії на отримання інформації і, унаслідок, докладають більше зусиль для управління ситуацією на відміну від екстерналів, які більше покладаються на випадок. Інтернали мають більш виражену тенденцію розробляти конкретні плани дій у різних ситуаціях, що дозволяють впливати на значимі для них події і, таким чином, успішнішно упорятися зі стресом.

6. Під спрямованістю особистості розуміють стійку сукупність мотивів, які орієнтують діяльність людини незалежно від наявної ситуації. Вважається, що провідними мотивами, які впливають на формування стресостійкості є у відносно рівноважному поєднанні мотиви власного благополуччя, як стійкого прагнення підтримки фізичного і психологічного комфорту, прагнення до взаємодії з іншими людьми, як задоволення потреби в пізнанні (отримання інформації від інших), потреби в соціальних контактах (мотиви афіліації); мотиви досягнення прагнення до поставлених цілей як спосіб самовираження і самоствердження.

7. Помірно-оптимальна поведінкова активність як показник середньої (оптимальної) психічної активності, яка в поєднанні з вище згаданими характеристиками, сприяє продуктивній активності при оцінці варіантів поведінки у складних (стресогенних) умовах і може виражатися за необхідності у високій поведінковій активності при вирішенні завдань із подолання зграбних ситуацій.

Специфіка виконання службових обов'язків військовослужбовців в умовах, що висувається підвищеними вимогами до адаптивних можливостей

особистості, зокрема до можливості протистояти впливу стрес-факторів різної інтенсивності, є визначальним фактором і механізмом щодо розробки технології формування оптимальновагомого стану в процесі адаптації до складних умов на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою.

**Висновки за розділом**

1. Стрес – це нормальна природня психосоматична реакція організму людини на значні фізичні перевантаження, негативні емоції, або просто на монотонну суєту.

2. Реакцією на стрес є вироблення відповідного гормону в організмі, який змушує шукати вихід із стресової ситуації. Ця реакція – відповідний дієвий механізм захисту психіки людини.

3. Стрес у «припустимих дозах» – життєво необхідний, тому що змушує шукати вирішення життєвих проблем.

4. У разі, коли «інтенсивність і величина» стресів стає надмірною, організм не може компенсувати їх дію, людина слабшає, втрачає сили і здатність вирішувати проблеми.

5. Механізми виникнення стресу не завжди зрозумілі, досить складні, у повному обсязі не досліджені, тому потребують всебічного і глибокого вивчення психологами з управління, соціологами, медиками, менеджерами військової ланки, педагогами, екральними аналітиками, фізіологами, біологами, біофізиками, спеціалістами в галузі інваріантного моделювання та синергетики.

6. Впливи стресу тісно пов'язані з особливостями гормональної, нервової, судинної системами, а також духовним, інтелектуальним і фізичним рівнем розвитку людини.

7. Сильні стреси негативно впливають на психосоматичний стан людини. Наслідками стресу є суттєве зниження імунітету і, як наслідок, захворювань (серцево-судинних, шлункових, кишкових, онкологічних, психічних тощо).

8. Особливо надмірних стресів зазнають військовослужбовці. Тому їм необхідно навчитися посстресовим станам завдяки створенню позитивної життєвої установки.

9. Військовослужбовцям необхідно навчитися виявляти та розпізнавати у себе основні психосоматичні симптоми стресу, а саме: постійне почуття роздратованості, пригніченості, поганий, неспокійний сон; депресія, фізична слабкість, головний біль, втома, небажання працювати, навчатися; зниження концентрації уваги, яке ускладнює процес навчання або виконання

службових обов’язків; проблеми з пам'яттю і зниження швидкості розумового процесу; неможливість вирішувати особисті проблеми; відсутність інтересу до життя; бажання поплакати, сльозливість, ридання, туга, песимізм, жалість до себе; зниження апетиту, або занадто надмірне вживання їжі; нервові тики і невідчепливі звички; метушливість, недовіра до оточення.

10. Перебування у стресовому стані означає, що організм військовослужбовця підсвідомо зреагував на стресоподразник (зовнішній, або внутрішній).

11. При навчанні військовослужбовців необхідно акцентувати особливу увагу на виявлення причин та класифікації стресоподразників, а також уміння компенсувати їх негативні впливи. (Наприклад, фізичного – сильного холоду або нестерпної спеки, зниження чи підвищення атмосферного тиску. Під хімічним стресом розуміють дію токсичних речовин. Психічними стресами можуть бути як сильні негативні, так і сильні позитивні емоції. Травми, вірусні захворювання, м'язові перевантаження - це біологічні стреси).

12. Причиною (зовнішньою і внутрішньою) стресу військовослужбовця може бути все, що його займає та дратує.

13. Необхідно при навчанні сформувати у військовослужбовця розуміння зовнішніх причин стресу (до яких, наприклад, можна віднести занепокоєння з приводу зміни місця служби, виду професійної діяльності, неможливості вирішити соціально-побутові проблеми, невизначеність подальшого проходження служби тощо).

14. В процесі навчання особливу уваги необхідно звернути на внутрішні причини стресу (це – життєві цінності і переконання, самооцінка людини тощо).

15. Кожен військовослужбовець має свої характерні особливості. Необхідно навчити військовослужбовця ефективно виявляти у себе ознаки, які однозначно свідчать про його психосоматичну стресову напругу, «відчувати» можливі причини і вчасно їх усувати (причини стресу усувати набагато легше ніж їх небажані, а у деяких випадках непоправні, негативні чи фатальні наслідки).

# Глава 2. Технології індивідуальної підготовки військовослужбовців на основі взаємодії людини з тренажером

## 2.1. Технологія формування знань у професійній підготовці військовослужбовців

З метою створення технології формування знань у професійній підготовці військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою була зроблена спроба математично розрахувати, використовуючи методи математичного аналізу, та простежити траєкторію засвоєння предметних знань, враховуючи середні здібності військовослужбовців, їх майбутній фах та напрям підготовки [31, 32, 33, 34].

У процесі занять будь-яка навчальна інформація надається рівномірним потоком, тому можна припустити, що інтенсивність засвоєння цієї інформації залежить від спроможності військовослужбовця і пов'язане з інформаційною пам'яттю людського мозку. Виходячи з цього інтенсивність засвоєння інформації можна розглядати як хвильовий процес, що підкорюється закону розподілу малих незалежних випадкових величин, зі збільшенням яких (в нашому випадку – це збільшення елементів предметних знань) наближається до нормального закону розподілу. Для підтвердження оптимальності надання інформації на кожному етапі підготовки була зроблена спроба математично проаналізувати оптимальність потоку інформації [35].

Дотримання принципів дидактики при відборі і структуруванні змісту дозволить вирішити основне протиріччя в процесі підготовки військовослужбовців, що полягає, з одного боку, в необхідності формування системи знань, умінь і навиків, а з іншого – створення цілісного світогляду про єдність і обумовленість явищ навколишнього світу [36].

У процесі підготовки використовують різні методи і методики передачі знань, формування певних вмінь та навичок військовослужбовців. З метою підготовки військовослужбовців для виконання поставлених завдань розглянемо процес функціонування системи і рух інформації в ній.

Існує поняття "замкнена чи ізольована система" і "відкрита система". Замкнена система – це система, що знаходиться у стабільних (лінійних) умовах. Відкрита система – це система, що знаходиться у нестабільних (нелінійних) умовах у стані хаосу, і в цих умовах вона обирає свій шлях. Процес функціонування системи – це процес руху інформації в ній. Процес руху інформації – це процес, в якому швидкість руху інформації повністю залежить від її складності і цілком визначається інформаційними можливостями людини і рівнем соціального розвитку системи. Процеси передачі руху інформації в системі протікають у просторах принципово різної природи. Процес же руху

інформації в системі – це процес надбання людьми знань про об'єктивний світ і реалізацію їх у функціональному просторі.

Людина набуває інформації в процесі спілкування з іншими людьми. Це спілкування може здійснюватися як у формі безпосереднього контакту однієї людини з іншою людиною, так і у формі звернення однієї людини до інформації іншої людини, представленої на матеріальному носієві, наприклад в книзі, ПЕОМ [37].

Розглянемо випадок передачі і руху вільної інформації в системі, що складається з двох чоловік. Людина сприймає вільну інформацію у формі інформаційних комплексів різної складності. Припустимо, що одна людина $A$, складність тезауруса якого характеризується інформаційною ємністю $q_a$, передає інформацію інший людині $B$, складність тезауруса якого характеризується інформаційною ємністю $q_b$. На довгому проміжку часу спілкування $t$ передача інформації здійснюється на малих інтервалах часу $\Delta t$. Якщо передача інформації людини $A$ проводиться із швидкістю

$$\frac{di_a}{dt} = \beta \tag{1}$$

обчислюваної в інформаційних комплексах, переданих в одиницю часу, то за інтервал часу $\Delta t$ передається

$$i_a = \beta \Delta t \tag{2}$$

інформаційних комплексів.

Проте, не вся інформація сприймається людиною $B$. Сприйняття носить імовірнісний характер і залежить від ступеня відповідності інформації, тезаурусу, яким він володіє. Інформація, що приймається людиною, викликає з його довготривалої пам'яті, релевантну інформацію, що приймається. Якщо виклик релевантної інформації відбувається зі швидкістю

$$\frac{di_b}{dt} = \alpha \tag{3}$$

то за інтервал часу $\Delta t$ буде викликано з довготривалої пам'яті

$$i_b = \alpha \Delta t \tag{4}$$

інформаційних комплексів. При передачі інформації природною мовою залежність між $i_a$ та $i_b$ визначається співвідношенням

$$\frac{i_a}{i_b} = \frac{q_a}{q_b} = \theta \,. \tag{5}$$

Чим більшою мірою тезаурус людиною *B* збігається з тезаурусом людини *A*, тим більше вірогідність того, що передана людиною *A* інформація $i_a$ буде сприйнята людиною *B*.

Внаслідок чого математичне очікування числа інформаційних комплексів, сприйнятих людиною *B* на інтервалі часу $\Delta t$, складає величину

$$M(i_a) = i_a e^{-ib} = i_a i_b \,. \tag{6}$$

Проте, з цієї кількості інформації, що належить тезаурусу людиною *A*, частина інформації, а саме: інформація $i_b$ – є складовою частиною тезауруса людиною *B*, тому тезаурус людини *B* на інтервалі часу $\Delta t$ знаходиться під впливом нової для нього інформації в кількості

$$\Delta i = i_a i_b - i_b = i_b (i_a - 1) \,. \tag{7}$$

Під впливом цієї інформації складність тезауруса людиною *B* змінюється, що характеризуються величиною зміни ентропії тезауруса на інтервалі часу $\Delta t$

$$\Delta H_T = -\ln \frac{q_a}{q_b} \Delta i = i_b (i_a - 1) \ln \theta \,. \tag{8}$$

На підставі співвідношення (5) міра локальної зміни складності тезауруса людини *B* перетвориться до вигляду

$$\Delta H_T = i_a (1 - i_a) \frac{\ln \theta}{\theta} \,. \tag{9}$$

Отриманий вираз (9) – є математична модель елементарної дії руху інформації від однієї людини до іншої.

Визначимо умови, за яких функція (9) набуває екстремальних значень, для чого розв’яжемо рівняння

$$\frac{\partial \Delta H_T}{\partial i_a} = \frac{\ln \theta}{\theta} (1 - 2 i_a) = 0 \,, \quad \frac{\partial \Delta H_T}{\partial \theta} = i_a (1 - i_a)(1 - \ln \theta) \theta^{-2} = 0 \,. \tag{10}$$

Максимальному значенню функції (9) відповідають рішення

$$i_a = 0{,}5 \,; \tag{11}$$

$$\theta = e = 2{,}718 \,. \tag{12}$$

Максимальному значенню –

$$(\Delta H_T)_{\max} = \frac{1}{4e} = \frac{1}{10{,}88} \,. \tag{13}$$

Із рішень (11) і (12) виходить, що найбільш ефективний рух інформації від людини *A* до людини *B* відбувається за наступних двох умов: по-перше, при сприйнятті інформації людини дискретно в кількостях, рівних половині інформаційного комплексу, і, по-друге, при відношенні інформаційних ємностей, що характеризують складність тезаурусів людини *A* і людини *B*, рівному *e*. Остання умова фактично зводиться до вимоги, щоб передана людиною *A* інформація за своєю складністю була на один рівень вище за рівень складності релевантної нею інформації, якою володіє людини *B*. У цьому випадку умови для руху інформації від людини *A* до людини *B* будуть найбільш сприятливими.

Підставляючи значення (11) і (12) у вираз (5), отримуємо вираз

$$i_b = \frac{1}{2e}. \tag{14}$$

Порівняння значень (13) і (14) показує, що за умов руху інформації (11) і (12) локальний приріст складності тезауруса людини *B* дорівнює половині кількості інформації $i_b$ , що приймається від людини *A* релевантної інформації $i_a$ , що міститься в його тезаурусі.

Мінімальному значенню функції (9) відповідають рішення

$$i_a = 1, \tag{15}$$

$$\theta_1 = 1, \tag{16}$$

$$\theta_2 = \infty, \tag{17}$$

за яких

$$(\Delta H_T)_{\max} = 0. \tag{18}$$

Рішення (15) відповідає випадку, коли в передачі людиною *A* не міститься нова для людини *B* інформація, що очевидно із співвідношення (7). Із рішення (16) установлено, що якщо складність тезауруса людини *A* і складність тезауруса людини *B* однакові, то рух інформації при її передачі відсутній. У рівній мірі руху інформації немає, коли складність переданої інформації виявляється надзвичайно великою в порівнянні зі складністю інформації, якою володіє людина, що очевидно з рішення (17). Тоді визначається, що умови (11) і (12) є оптимальними умовами для руху інформації.

Передача інформації від людини людиною *A* до людини *B* не завжди відбувається ефективно. Для підвищення ефективності передачі інформації завжди треба враховувати об'єктивні (зовнішні) умови та суб'єктивні (внутрішні) фактори. Об’єктивні умови в сучасний період зазвичай пов'язані з негараздами в економіці. Суб'єктивні фактори полягають у безлічі

внутрішньособистісних стосунків. Ефективність передачі інформації можна характеризувати відношенням

$$\varepsilon = \frac{\Delta H_T}{i_a} i_a (1 - i_a) \frac{\ln \theta}{\theta}, \tag{19}$$

що показує, яку частку придбана інформація людиною *B* на інтервалі $\Delta t$ складає щодо відношення до інформації, переданої людиною *A*. Для оптимальних умов передачі інформації вирази (11) і (12) мають значення

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{2e} = \frac{1}{5{,}44}. \tag{20}$$

Отже, для того, щоб передана людиною *A* інформація в кількості $i_a$ повністю увійшла до тезауруса людини *B*, необхідно, щоб її передача була повторена *n*-разів або в навчанні повинно бути зроблено *n*-кроків. За найсприятливіших умов

$$k > \varepsilon_0^{-1} = 5{,}44 = 5 \div 6. \tag{21}$$

Дані експериментальної перевірки показують, що число кроків у підготовці залежить від складності сприйнятої інформації і має нижню межу, значення якої дорівнює 5÷6 крокам. Співвідношення (21) – є припущення, суть якого формулюється таким чином: для того, щоб людина *B* повністю сприйняла і засвоїла передану людиною *A* нову інформацію, її повторюють п’ять, шість разів. Фізіологічна природа цього принципу досліджується. Не виключено, що своїм існуванням він зобов'язаний шестислойоній структурі кори головного мозку. Вважається, що через шостий шар кліток кора пов'язана з глибинними відділами мозку.

При практичній реалізації принципу, що розглядається нами, можливі три різні варіанти повторення інформації. Перший варіант – людина *A* навчальну інформацію повторює шість разів, а людина *B* – її тільки сприймає. Другий варіант – людина *A* необхідну інформацію повторює шість разів, а людина *B* – її лише створює, а потім відтворює на матеріальний носій. Третій варіант – необхідну інформацію повторює людина *A* і людина *B* в цілому шість разів. Слід зазначити, що повторення інформації людиною *A* може здійснюватися в активній і пасивній формах. За активної форми зберігається основний смисловий зміст повідомлення, видозмінюються окремі частковості, які в своїй сукупності розширюють основні смислові значення інформації. За пасивної формі людина *A* повторює інформацію, зберігаючи незмінним початковий смисловий зміст.

Використовування іншого варіанту чи іншої форми повторення інформації у кожному випадку обумовлюється конкретними обставинами. У теоретичному і практичному відношенні інтерес представляє також випадок, коли у виразі (9)

$$\theta = e^{-1} < 1\,, \tag{22}$$

тоді випадок, коли складність інформації, яку передає людина *A*, повчальна. Вона на один рівень нижче за складність релевантної інформації, якою володіє людина *B*. Якщо при цьому виконується умова (11), то кількість інформації, що набуває людина *B* відповідно до залежності (9), матиме значення:

$$(\Delta H_T)_{\max} = -\frac{e}{4} < 0\,, \tag{23}$$

тобто значення – є негативна величина. Це означає, що надбана в цьому випадку інформація є шумом – дезінформацією, руйнівною для людини *B*, що раніше сформувалися в процесі підготовки.

Підставляючи значення (11) і (23) у вираз (19), ми набудемо значення міри ефективності у випадку, що розглядається:

$$\varepsilon_{gu} = -\frac{e}{2} = -1{,}356 < 0\,. \tag{24}$$

Для того, щоб дезінформація була сприйнята і повністю засвоєна, необхідно, щоб вона була повторена таке число разів:

$$K_{gu} \geq \left|\varepsilon_{gu}^{-1}\right| = \frac{2}{e} = 0{,}71 < 1\,. \tag{25}$$

Зауважимо, що вжиті нами поняття «шум» і «дезінформація» зовсім не є в загальному випадку синонімами поняття «помилкова інформація». Дезінформація – це інформація, яка зменшує складність тезауруса людини, що сприймає інформацію безвідносно до своєї істини. У випадку, коли в процесі підготовки у людині *B* відбувається впорядкування і ускладнення інформації, тоді має місце рух інформації в позитивному напрямі, а коли в процесі навчання порушується впорядкованість і спрощується інформація, тоді має місце рух інформації в негативному напрямі. Порівнюючи вирази (24) і (25) з виразами (20) і (21), виявляємо, що ефективність руху інформації в негативному напрямі більш ефективна ніж в позитивному. Відношення цих ефективностей складає

$$\eta = \left|\frac{\varepsilon_{gu}}{\varepsilon_0}\right| = e^2 = 7{,}39 \approx 7\,. \tag{26}$$

Умови (11) і (12) є умовами оптимальними для ефективного руху інформації від людини *A* до *B*. Реалізація оптимальних умов руху інформації в процесі навчання від людини *A* до людини *B* може бути досягнута тільки зусиллями обох учасників процесу, як правило, досвідченим шляхом [38].

## 2.2. **Мотивація до навчання військовослужбовця з навчальною системою**

Розглянемо випадок, коли потік інформації відбувається за рівномірним потоком інформації. Нехай інформація надається за нормальним законом розподілу інтенсивності її засвоєння в навчально-пізнавальному процесі (27). Згідно із законом розподілу малих незалежних випадкових величин (зі збільшенням кількості наближається до нормального закону) інтенсивність надання інформації можливо описати формулою:

$$f(t,\omega,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(t-\omega)^2}{2\sigma^2}}, \qquad t\in(-\infty,\infty) \tag{27}$$

та графічно представити у вигляді формування фронту інтенсивності нової інформації від часу (рис. 1):

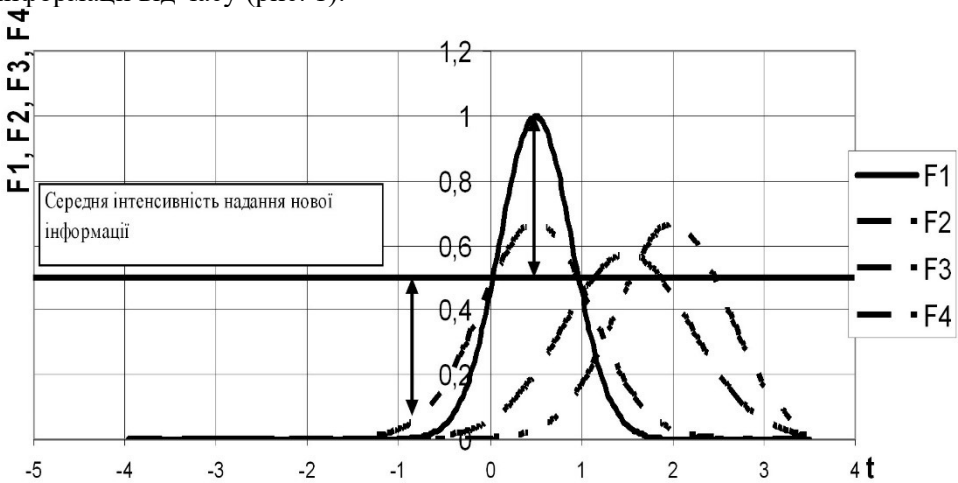



Рис. 1. Нормальний закон розподілу формування фронту інтенсивності нової інформації від часу

Для побудови графічного зображення фронту хвилі інтенсивності навчального процесу (рис. 1) враховано таке:

F1 – надання людині *B* інформації людиною *A*, що обумовлює складність сприймання матеріалу;

F2 – ідеальне надання поточного інформаційного матеріалу людиною А, що обумовлює ефективність сприймання нового матеріалу;

F3 – надання навчального матеріалу людиною А значно перевищує можливість ефективної інформації пам'яті людського мозку;

F4 – викладання складного матеріалу людиною А, що обумовлює ефективність сприйняття інформації;

Графічне зображення демонструє середню інтенсивність засвоєння навчальної інформації, яка знаходиться в межах 0,6 – 0,8, і дає змогу визначити оптимальний варіант формування знань за умови, що інформація відповідає нормальному закону розподілу повідомлення. Наприклад, інтенсивність надання людиною *А* інформації (I) людині *В* ілюструється графіком (рис. 2) та визначається за формулою:

$$f\left(I\left(t\right)\right) = \sin \Omega t, \; при \; \Psi = 0, \tag{28}$$

де $\Omega$ – частота надання інформації,

$t$ – час за який надається інформація,

$\psi$ – кут нахилу надання інформації.

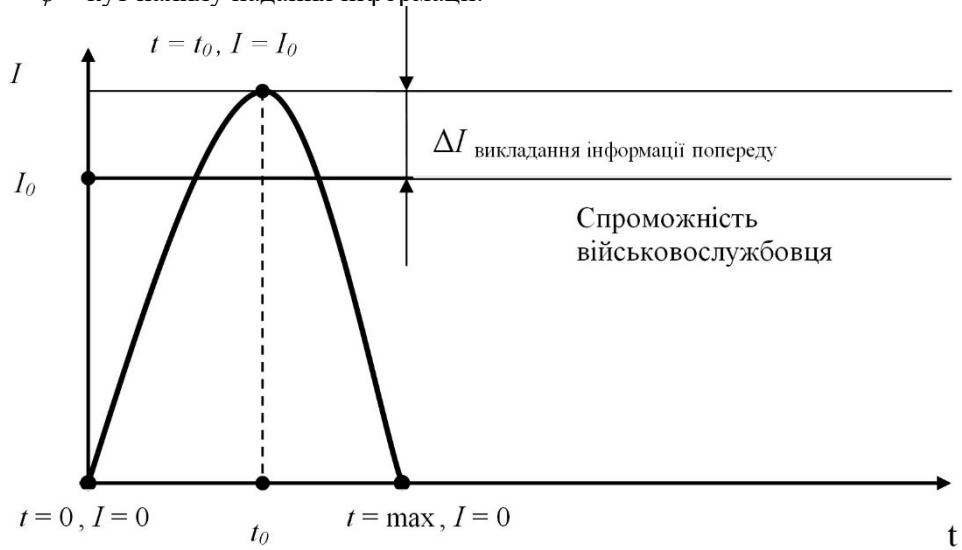



Рис. 2. Інтенсивність надавання інформації

Отже, математичний апарат підтвердження оптимальності надавання інформації дає змогу далі простежити траєкторію інтенсивності засвоєння предметних знань військової підготовки (28). Крива питомої кількості нової інформації прагне до синусоїди (рис. 3).

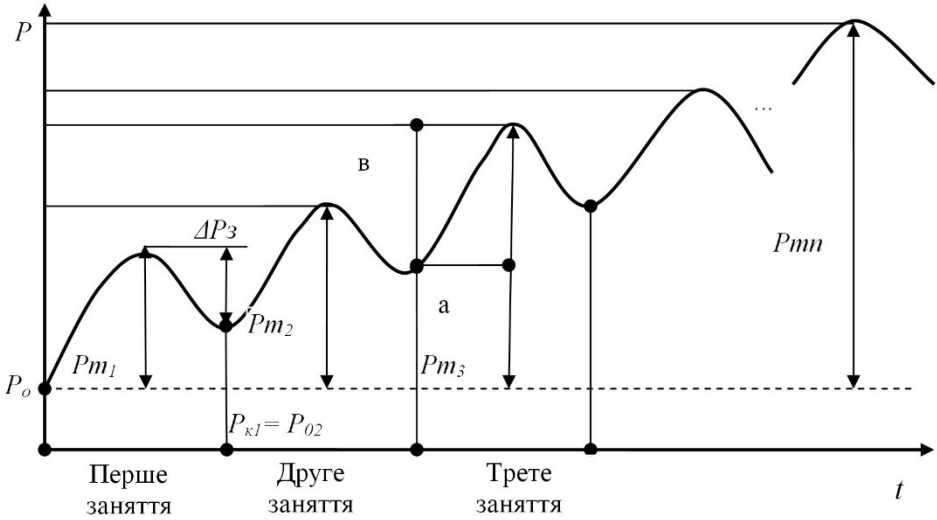



Рис. 3. Питома кількість інформації

де $P_0$ – початкові знання,
ΔPз – забування

Розробимо n питомої кількості предметної інформації *P*. Це сума інтенсивності надання предметної інформації на суму годин одного заняття [39]. Залежно від рівня підготовленості військовослужбовця визначається за формулою:

$$P = \frac{I}{T}, \text{ при } T \neq 0, \tag{29}$$

де *I* – сума інтенсивності надання інформації, виміряється у бітах,
*T* – сума годин одного заняття, час після занять та час забування нового матеріалу, виміряється у годинах.

Діюче значення питомої кількості інформації $P_d$ вираховується за формулою, за умови, що криву розглядаємо як функцію sin:

$$P_d = \frac{P_m}{\sqrt{2}}, \tag{30}$$

де *Pm* – амплітуда кількісної інформації.

Тому значення середньої питомої інформації дорівнює: $P_{сер.} = 0{,}707$.

Оптимізація системи інтенсивної підготовки військовослужбовців дало змогу розробити для підготовки та контролю знань комп'ютерну програму до персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ). У цьому плані

широкі можливості ПЕОМ створюють негайний зворотний зв'язок між відповіддю того, хто навчається, і запрограмованим новим матеріалом (рис. 4). Це дає можливість негайно отримати інформацію про цінність відповіді [40, 41].

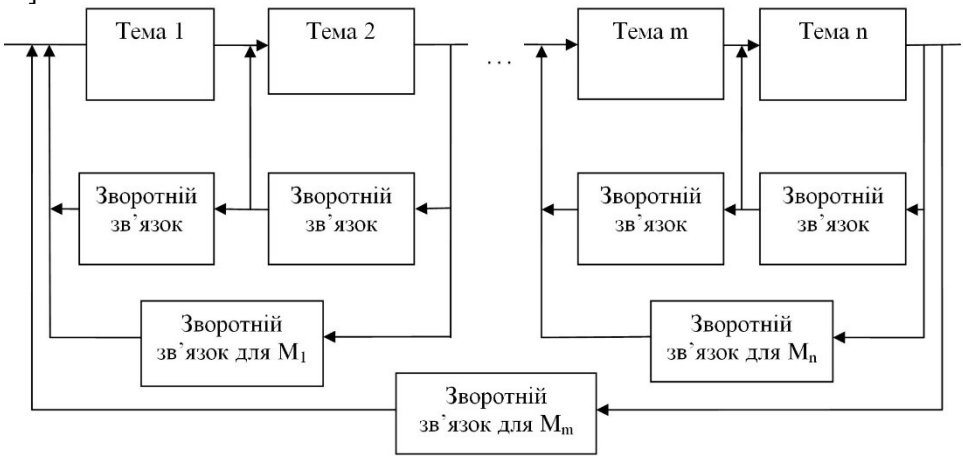



Рис. 4. Схема занять із використанням технології зворотного зв'язку

Скорочення часу на підготовку військовослужбовців або за той же час поглиблення їхніх знань – фактор найважливішого значення підготовки фахівців. Цього можна досягнути тільки у випадку оптимальної організації навчального процесу, підвищення його динамічності й ефективності, глибині засвоєння, складності і кількості завдань, терміну навчання, надаванню довідкових матеріалів. У залежності від початкового і поточного стану мотивації військовослужбовців використання ПЕОМ дозволяє швидко обирати обсяги нової інформації з великої їх кількості, дозволяючи забезпечити для кожного військовослужбовця індивідуальну послідовність вивчення матеріалу, контроль і корегування засвоєння, удосконалення навчального процесу [42, 43].

За наявності відповідної кількості таких ПЕОМ можливо у швидкому темпі проконтролювати знання військовослужбовця, створити більш узагальнений аналіз його відповідей, визначити позитивні аспекти роботи та з'ясувати типові недоліки. Це дає можливість уникнути суб'єктивізму під час перевірок. Сучасне програмне забезпечення створює сприятливі умови для різноманітного опрацювання на ПЕОМ як дії окремих посадових осіб, так і військових підрозділів і частин, що економить матеріально-технічні засоби і сприяє індивідуалізації навчання [42].

Також слід підкреслити позитивний бік використання ПЕОМ для перевірки та оцінювання результатів навчання військовослужбовців. Такі аспекти [44]:

– постійно спонукають військовослужбовців до глибокого опрацювання і систематизації вивченого матеріалу;

– зміцнюють мотивацію навчально-пізнавальної діяльності шляхом безпосередньої, постійної та частої верифікації основних ланок навчальних дій військовослужбовця;

– є економічним і об’єктивним методом контролю;

– повністю виключають елементи психологічної напруженості, що часто виникає під час спілкування з особами, які здійснюють контроль тощо.

Підготовка військовослужбовців проводиться в повністю автоматизованій аудиторії. У цьому разі текст подається у записі, який супроводжується відповідним відеонавчанням. У кінці кожного розділу до військовослужбовців ставляться контрольні запитання, і на екрані висвітлюються варіанти відповідей на них. Завдання військовослужбовців – натиснути на правильний, на їх погляд, номер відповіді на клавіатурі. Коли сума відповідей відповідає необхідному рівневі (визначається кількість отриманих балів за поточну тему занять), заняття продовжується далі [45, 46].

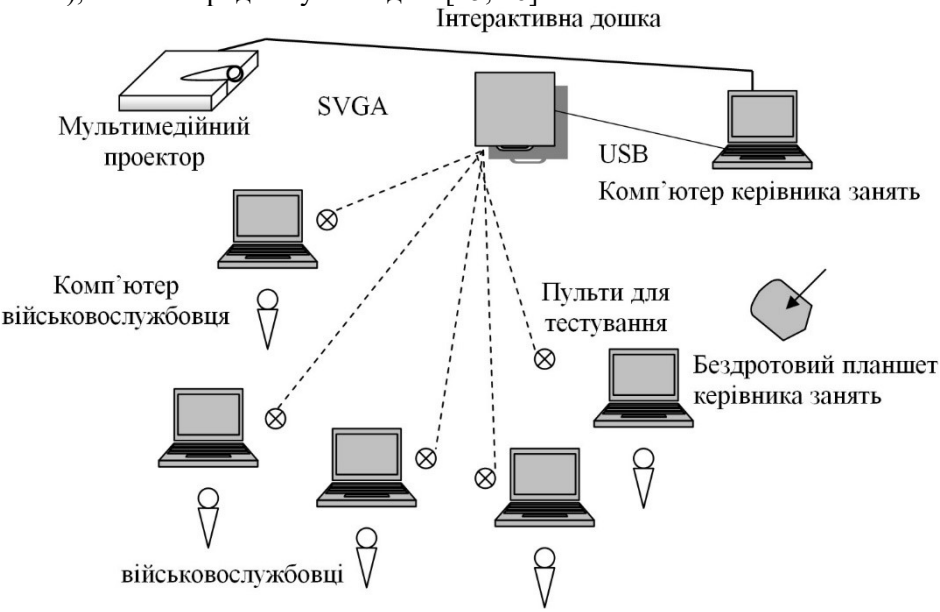



Рис. 5. Схема універсального інтерактивного предметного кабінету

Універсальний інтерактивний предметний кабінет складається з (рис. 5):

1. Інтерактивна дошка з комплектом електронних олівців.

2. Планшет для дистанційної роботи керівника занять.

3. Комплект бездротових пультів для проведення тестування.

4. Мультимедійний проектор.

5. Спеціалізоване навчальне програмне забезпечення для роботи з інтерактивною дошкою.

6. Методичні посібники для навчання з інтерактивною дошкою, підготовки та проведення занять в універсальному інтерактивному предметному кабінеті.

Універсальний інтерактивний предметний кабінет дозволяє максимально використовувати потенціал інформаційних технологій. Універсальний інтерактивний предметний кабінет охоплює такі процеси як підготовка навчального матеріалу, проведення занять, інтерактивне тестування, опитування й дискусії, моніторинг знань військовослужбовців. Під час занять це уможливить використовувати електронні підручники й цифрові о світні ресурси, авторські заняття, які підготовлені керівником занять. Усі авторські заняття, що проводяться з використанням інтерактивної дошки, записуються на жорсткий диск і можуть бути використані в подальшому для самостійної підготовки військовослужбовців, для обміну досвідом і спільної підготовки навчального матеріалу керівника занять. Керівник занять та військовослужбовець мають можливість працювати з інтерактивною дошкою в інтерактивному режимі. За допомогою електронного олівця, що виконує функції комп'ютерної "миші", можна безпосередньо з дошки управляти комп'ютером: запускати необхідні програми, працювати з електронними матеріалами та в мережі Інтернет тощо [47]. Електронним олівцем можна робити записи, малюнки та схеми, виділяти важливі блоки інформації, відкривати, редагувати і перегортати сторінки матеріалів, підготовлені заздалегідь або створені в інтерактивному режимі. Велика активна поверхня інтерактивної дошки дозволяє військовослужбовцям добре бачити на її поверхні зображення. Зображення відображається проектором, що підключений до комп'ютера керівника занять [48].

Бездротовий пульт тестування дозволяє спростити процес тестування та опитувань. Військовослужбовці можуть відповідати на запитання з будь-якого місця аудиторії. Інформація від військовослужбовця автоматично опрацьовується, надаючи керівникові занять можливість оцінити рівень знань військовослужбовця. Пульт також використовується для організації зворотного зв'язку з аудиторії під час дискусій, обговорень, збору інформації тощо.

Планшет керівника занять – зручний робочий інструмент. Всі записи і малюнки, зроблені на планшеті, відображаються на інтерактивній дошці. Використовуючи бездротовий планшет для викладання матеріалу, керівник занять може в будь-який момент передати його для роботи військовослужбовцям. Застосування бездротового планшету посилює розуміння предметної інформації, стимулює активність військовослужбовця та надає додаткові можливості підвищення інтересу до процесу навчання.

Під час занять в універсальному інтерактивному предметному кабінеті військовослужбовці набувають досвіду (рис. 6). Ці заняття детерміновані змістом навчального матеріалу [49].

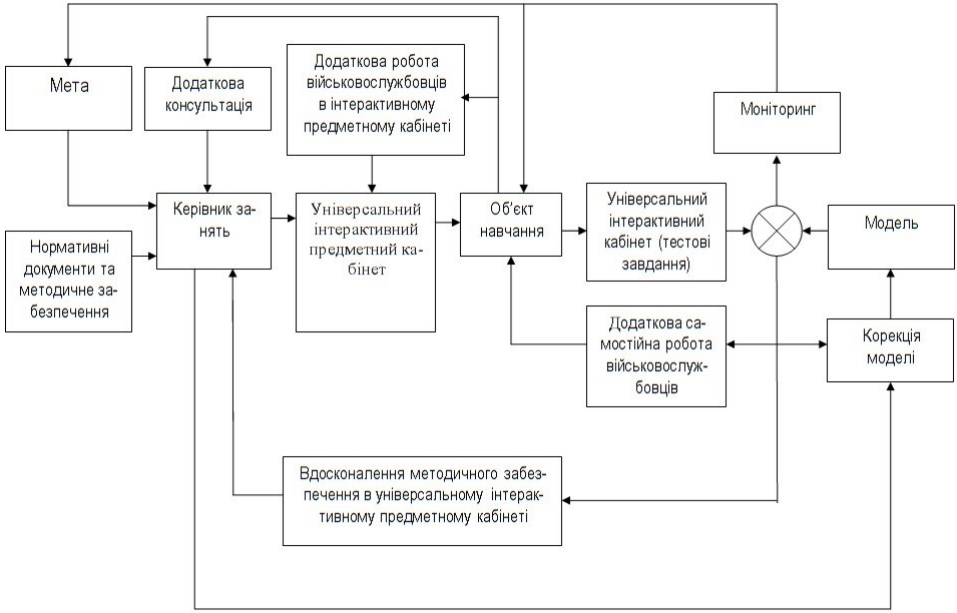



Рис. 6. Схема застосування комп'ютерної технології формування знань військовослужбовців

Для визначення логічної послідовності елементів змісту навчання визначимо зв'язки між всіма військовими дисциплінами. Граф (структурно-логічна схема) змісту розроблено на основі зв'язку між всіма предметами (рис. 7). Він включає предмети з військової підготовки, які знаходяться у колі, та понять з іншими знаннями військової підготовки, які знаходяться зовні кола. Всі взаємозв'язки між предметами пов'язані одним поняттям "військова підготовка". Наприклад, з предмету "Тактика авіації Повітряних сил" при проведенні першої теми занять необхідні знання з предмету "Статути Збройних сил України". Для проведення шостої теми необхідні знання з предмету "Авіаційні засоби ураження", а також знання з предмету "Загальна тактика" тощо. Дослідження методом графа показує можливість цього метода, який дозволяє мінімізувати тест знань, прибрати зайве, виділити загальне, особливе, часткове, а також, в свою чергу, сприяє реалізації розвинутого ефекту, тобто показує роль з вивчення військових знань на наступних етапах [50].

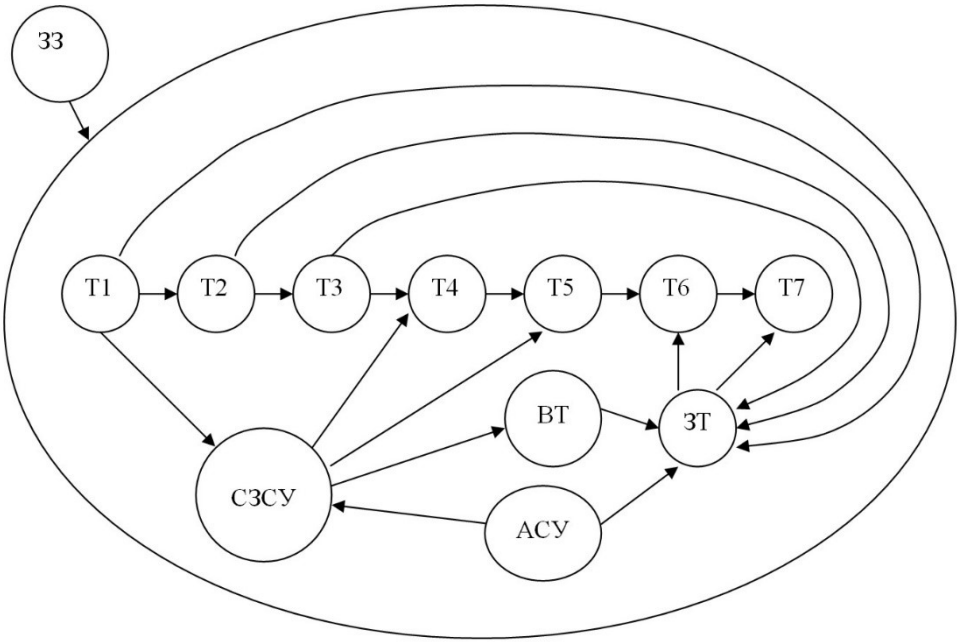



Рис. 7. Граф змісту вивчення дисципліни “Тактика авіації Повітряних сил”.
Т1; Т2; Т3; Т4; Т5; Т6; Т7 – теми занять з предмету Тактика авіації Повітряних сил;
СЗСУ – Статути Збройних сил України;
ВТ – Військова топографія;
ЗТ – Загальна тактика;
АЗУ – Авіаційні засоби ураження;
ЗЗ – Загальні знання

З урахуванням логіки викладу навчального матеріалу не менш важливою обставиною є ефективне проведення занять з орієнтацією на знання, які отримали раніше. Наприкінці заняття проводиться тестування засвоєного матеріалу та порівняння відповідей військовослужбовців із відповідним рівнем підготовки. Тестові завдання мають рівні підготовки: від простого до складного [51]. Рівень складності військовослужбовець може обирати самостійно, або його може задавати керівник занять чи ПЕОМ [15]. Під час тестового опитування в оцінюванні враховуються труднощі матеріалу (додаток). Це важливо і за іншої обставини – специфіка курсу така, що незасвоєння військовослужбовцем якогось окремого блоку навчального матеріалу унеможливлює ґрунтовне оволодіння подальшими знаннями. Тому при незадовільному складанні тестових завдань проводиться додаткова самостійна робота військовослужбовцями, мета якої поновити знання. Спираючись на обґрунтовані підходи формування поетапної діяльності навчання, військовослужбовець додатково

проводить роботу в універсальному інтерактивному предметному кабінеті [52]. Не засвоївши окремих понять, військовослужбовець може звернутись до керівника по допомогу (рис. 8). Неспроможності складання тестових завдань чи успішного засвоєння навчального матеріалу (більш ніж у 50% військовослужбовців) призводить до зміни підготовки поетапного надання змісту [53].

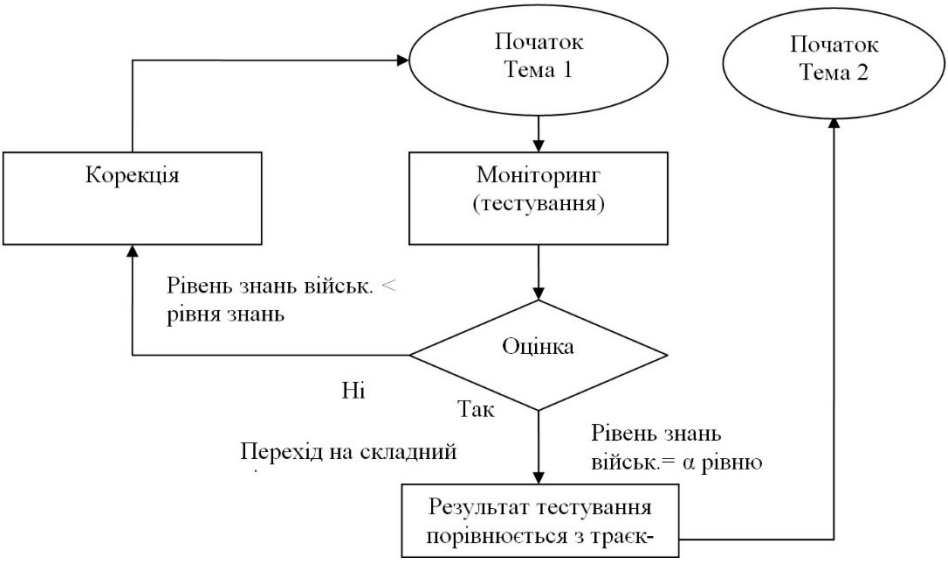



Рис. 8. Алгоритм визначення відповідності знань та навичок військовослужбовців за індивідуальною траєкторією

Водночас формування знань, умінь та навичок у військовослужбовців продуктивного рівня призводить до корекції навчального програмного забезпечення, а також корекції самої моделі. Оцінювання підготовленості до здійснення відокремлених видів військової діяльності проводиться на основі аналізу й узагальнення результатів опитування, що призводить до постійного вдосконалення методичного забезпечення [54]. Всі результати оцінювання знань занесено до бази даних ПЕОМ. У кожного військовослужбовця індивідуальна траєкторія підготовки, яка визначається особисто, ПЕОМ, керівником занять за таким алгоритмом (рис. 8):

На початку занять військовослужбовець самостійно обирає складність навчального процесу (тестових завдань). Якщо військовослужбовець успішно склав іспит, йому виставляється поточна оцінка і він переходить на інший рівень підготовки (рівень знань військ. = заданої α). Якщо військовослужбовцеві складно (рівень знань військ. < заданої α), то йому пропонується поновити знання. Якщо військовослужбовець з легкістю справляється з поставленим завданням (рівень знань військ. > заданої α), то цьому пропонується перейти до наступної теми занять (на більш складний рівень навчання) [55].

## 2.3. **Модель використання навчальної системи**

За результатами дослідження розроблено модель технології формування знань військовослужбовців та її модель (рис. 9). У моделі відображено: етапи навчання (підготовчий, виконавчий, результативний), кожен з яких реалізувався через певні види діяльності керівника занять і військовослужбовця. На підготовчому етапі керівник занять розробляє інтегровані плани. На виконавчому етапі – організовує спільну діяльність "керівник занять – ПЕОМ – військовослужбовець", "керівник занять –військовослужбовець", "військовослужбовець – ПЕОМ" у формі практичних, групових, самостійних робіт, визначаються рівні складності навчання, специфіка їх професійного змісту. На результативному етапі – здійснює діагностику рівнів формування знань військовослужбовців [56, 57].

Засвоєння знань з військової підготовки з опорою на їх подальше використання не тільки розкриває нові сторони знань та умінь, а також створює умови для стимулювання мотивації, активізації пізнавальної діяльності і, як наслідок, характер набутих знань, умінь, навичок спонукає формуванню нових якостей у військовослужбовця. Залучення військовослужбовців до розв'язання змодельованих службових ситуацій сприяє ефективному розвитку їхніх професійних інтересів, мотивації оволодіння майбутнім фахом [58].

Розроблена технологія формування пізнавальної активності майбутніх офіцерів передбачає передачу навчального матеріалу військовослужбовця не у вигляді тексту, а у вигляді предметних знань за допомогою моделей, які відображають його зміст як цілісну систему взаємопов'язаних підпорядкованих об'єктів. Ефективність навчання військовослужбовця із загальновійськових дисциплін залежить від того, наскільки певна технологія відрізняється від традиційної – передусім, впливом на мотиваційну сферу військовослужбовців, що є необхідним для зближення цілей навчання [59].

Процес навчання уможливлює ефективно розвивати самостійність та свідомість у виборі бажаного та доступного рівня навчання військовослужбовців; підвищує якість їхньої освіти; забезпечує об'єктивне визначення рівня підготовки військовослужбовців, а також вказує на шляхи до подальшого вдосконалення знань [60].

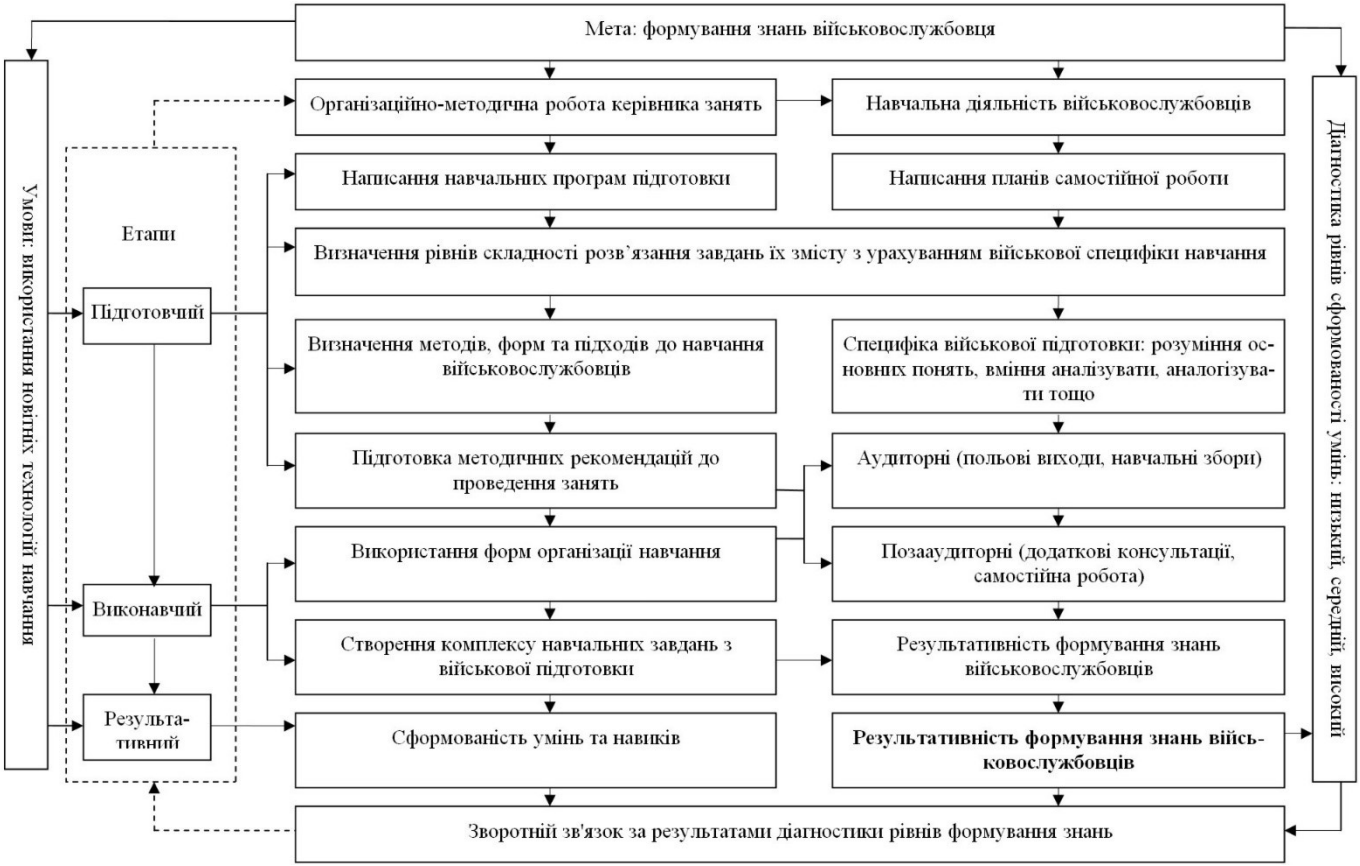



**Рис. 9. Модель технології формування знань військовослужбовців**

## 2.4. **Ключові методичні прийоми використовування групових технічних навчальних систем**

Система навчального тестування (навчання тестами) – орієнтована на повністю самостійне, індивідуалізоване, адаптивне навчання військовослужбовців, надання їм повного самоконтролю за рівнем своїх знань щодо кожного напряму підготовки із спеціальності без участі керівника занять, а також на підтримку ключових професіональних знань протягом всього періоду навчання [61].

Система навчального тестування передбачає:

самостійну взаємодію військовослужбовця з комп'ютером для навчання, виявлення прогалин у своїх знаннях, тривалу підтримку активності раніше отриманих професійних знань, формування особистої програми подальшого самонавчання з навчальної дисципліни тощо, а також розширення технології з тестування окремих питань на відповідний напрям підготовки.

Додаткова функція – можливість генерації тестів знань окремого напряму підготовки для паперової технологи тестування. Створений тест знань та відповіді до нього переносяться в текстовий редактор і використовуються після друку на принтері.

На рівні організації використання системи навчального тестування здійснюється як групове або особисте відвідування військовослужбовцями для взаємодії з комп'ютером щодо однієї або декількох напрямів підготовки. Навчання військовослужбовців з системою тестування виступає автоматизована форма самостійної роботи [62].

Результатом взаємодії система навчального тестування виступає рівень знань з дисципліни у формі відсотка успішного тестування і опис особистою галузі незнання військовослужбовця. Ця інформація друкується програмою у формі, яка обмежує фальсифікацію, що дозволяє розглядати такий документ як сертифікат. Після кожної взаємодії з комп'ютером військовослужбовець може отримати роздруківку або файл з особистими результатами. Мотиваційним компонентом роботи системи навчального тестування для військовослужбовця виступає вимога надати сертифікат знань кожної з досліджуваних в поточному напряму підготовки на рівні 90-100% [63].

Кожний напрям підготовки системи навчального тестування внутрішньо відображається кластером з декількох тисяч семантичних об'єктів, щодо яких автоматично генеруються питання військовослужбовця для контролю знань.

Військовослужбовець повністю усвідомлює завдання роботи системи навчального тестування шляхом багаторазового виконання потоку пунктів тесту знань з поточного напряму підготовки, виявити особисту галузь незнання

в обсязі цієї дисципліни, пройти самонавчання в даній галузі і досягти точності відповідей 90-100% [64, 65, 66].

Завдання військовослужбовця при подальшій роботі з системою навчального тестування полягає в підтримці особистих знань на рівні 95-100% із кожної з раніше пройдених дисциплін із кожного напряму підготовки шляхом взаємодії системи навчального тестування щодо семантичних об'єктів з найбільшою для себе труднощами або недоступних внаслідок природного забування. Мотиваційним компонентом такої роботи виступає передбачуване завершальне тестування знань з технології системи навчального тестування перед іспитами при отриманні сертифіката [67].

Після первинного тестування знань з одного напряму підготовки реалізується ключова перевага системи навчального тестування, як навчальної системи, тобто надання військовослужбовцеві тільки тієї інформації і тестування тільки тих семантичних об'єктів, яких військовослужбовець не знає [68].

Цей алгоритм призводить до великої економії часу з інформаційної роботи в обсязі напряму підготовки. Створюваний резерв часу дозволяє значно більші зусилля витратити на формування практичних навичок військовослужбовця і вивільнити діяльність керівника занять від рутинної роботи з навчання простим семантичним об'єктом заради роботи над важкими і значущими для професійної ефективності [53].

Головним недоліком всіх систем навчання, який значною мірою долає системи навчального тестування, є багаторічний розрив часу між набуттям і практичним використанням знань. Виконання кожного пункту тесту знань виступає найпростішою контрольованою формою негайного практичного використання знань.

**Висновки за розділом**

У процесі наукового дослідження проаналізовано особливості навчання з професійної підготовки військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою.

1. Теоретично доведено, що в умовах інтенсивного зростання обсягу наукових знань, підвищення вимог до професійної підготовки військовослужбовців виникає необхідність змінювати технологію навчання.

2. Аналіз шляхів та засобів навчання військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою є нова технологія формування знань, яка передбачає і враховує:

– вимоги до нового змісту освіти;
– індивідуальні особливості військовослужбовця;
– мотиви навчання кожного військовослужбовця.

3. З метою навчання військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою нами виконана спроба математично розрахувати та простежити траєкторію засвоєння предметних знань.

4. Запропонована теоретична модель, яка містить комплекс показників і рівнів оцінювання засвоєння знань, охоплює різні аспекти включення військовослужбовців як безпосередньо у навчально-виховний процес, так і у процес загальної підготовки.

5. У результаті теоретичного аналізу дослідження нами обґрунтовано модель педагогічної технології навчання в професійній підготовці військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп'ютерною системою.

6. Використовуючи методи математичного аналізу та траєкторію засвоєння предметних знань, враховуючи середні здібності військовослужбовців, проаналізовано та математично доведено оптимальність викладання інформації на кожному виді підготовки, що сприяє підвищенню активності знань.

**Перелік посилань до розділів 1, 2**


1. Видання "Біла книга 2018. – Збройні Сили України" / за ред. І. Руснак – К.: Вид-во Фамільна друкарня huss, 2019. – 170 с.
2. Нещадим М. І. Військова освіта в Україні : історія, теорія, методологія, практика : монографія. / М. І. Нещадим. – К. : Вид.-полігр. центр "Київський університет", 2003. – 852 с.
3. Почепцов Г. Г. Психологические войны / Г. Г. Почепцов. – М. : Рефлбук; К. : Ваклер, 2002. – 528 с.
4. Радіонова І. О. Сучасна американська філософія освіти та виховання : Тематичні поля та парадигмально-концептуальні побудови. – Харків : ХДПУ, 2000. – 206 с.
5. Нижник Н. Р. Національна безпека України (методологічні аспекти, стан і тенденції розвитку) : навчальний посібник. / Н. Р. Нижник, Г. П. Ситник, В. Г. Білоус. / Укр. академія держ. управління при Президентові України. – К. : Преса України, 2000. – 304 с.
6. Аболин Л.М. К проблеме психологического стресса в спорте. Психология спортивной деятельности / Аболин Л. М., Аболина Т. И. – Казань, 1985. – 342 с.
7. Алещенко В. І. Морально-психологічне забезпечення застосування військ (сил): історія та сучасність / В. І. Алещенко. – Харків : ХВУ, 2000. – 52 с.
8. Бодров В.А. Информационный стресс: Учеб.пос. – М. : ПЭРСЭ, 2000. – 37с.

9. Неперервна професійна освіта : проблеми, пошуки, перспективи : монографія / за ред. І. А. Зязюна. – К. : Віпол, 2000. – 636 с.

10. Корольчук М. С. Психофізіологія діяльності : підручник для студентів вищих навчальних закладів. / М. С. Корольчук. – 2-е вид., доп. – К. : Ельга, Ніка-Центр, 2004. – 400 с.

11. Кокун О. М. Оптимізація адаптаційних можливостей людини : психофізіологічний аспект забезпечення діяльності : монографія. / О. М. Кокун. – К. : Міленіум, 2004. – 265 с.

12. Абульханова-Славская К. А. Стратегия жизни / К. А. Абульханова-Славская. – М : Мысль, 1991. – 302 с.

13. Бабенко М. С. Морально-психологічне забезпечення військової дисципліни та профілактика правопорушень : Навчально-методичний посібник / М. С. Бабенко, М. П. Ротань. – К. : ВГІ НАОУ, 2000. – 208 с.

14. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. – Київ, Ірпінь : ВТФ "Перун", 2001. – 1440 с

15. Згуровський М. З. Шляхами педагогіки комп'ютерних технологій : перший досвід технічного університету / М. З. Згуровський, С. І. Сидоренко, Г. Д. Холмська. – К. : Наук. думка, 2003. – 188 с.

16. Корж І. Ф. Військова служба в Україні : правове регулювання : монографія. / І. Ф Корж. – К. : СБУ, 2006. – 208 с.

17. Психологічне супроводження військовослужбовців в діяльності за екстремальних умов / за ред. Ложкіна Г. В. – Київ, 2003. – 145 с.

18. Авдеев В.В. Психологические основы повышения эффективности деятельности работников органов внутренних дел в экстремальных ситуациях. / Авдеев В.В. – М. : РИО МВД, 1988. – 46 с.

19. Законодавство України з питань військової сфери. Збірник законів та інших нормативно-правових актів / В. І. Кириленко, М. І. Карпенко, Ю. А. Поніматченко // під заг. ред. В. І. Кириленко – К. : "Азимут-Україна". – 2003. – 1008 с.

20. Сельченок К. В. Проблемы военной психологии : хрестоматия / К. В. Сельченок; под. общ. ред. Тараса А. Е. – Минск : Харвест, 2003. – 640 с.

21. Алтынбаев В.Н. Требования безопасности при эксплуатации вооружения и военной техники и проведении занятий по боевой подготовке : Учебное пособие / В. Н. Алтынбаев; ред. Н. А. Евдокимова. − Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 64 с.

22. Крысько В.Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) / В. Г. Крысько; под общ. ред. А. Е. Тараса. – Мінск : Харвест, 1999. – 448 с.

23. Смолкин А.И. Методы активного обучения : научн.-метод. пособие. / А.И. Смолкин. – М. : Высш. шк., 1991. – 176 с.

24. Белова М.Э. Применение методики ММР1 в целях исследования психологических особенностей лиц с различным уровнем стрессоустойчивости // Известия международной славянской академии образования им. Я.А. Коменского – Бендеры / Белова М.Э., Будиянський Н.Ф. – 2006. – №4. – С. 235 – 238.

25. Ильин Е.И. Мотивация и мотиви / Е. И. Ильин. – СПб. : Питер, 2000. – 512 с.

26. Васильев Г.И. Педагогические условия адаптации курсантов к обучению в вузах МВД: Автореф. Дис....канд.пед.наук / Васильев Г.И. – Одесса, 1997 – 16 с.

27. Военная психология и педагогика: учебное пособие / под ред. П.А. Корчемного, Л.Г. Лаптева, В.Г. Михайловского. – М. : Изд-во “Совершенство”, 1998. – 384 с.

28. Вогнева підготовка : Навчальний посібник (з метод. рек.) / Василенко В. В., Дзюба В. М., Окунський О. Ю., Пилипів Б. І. // за ред. Б. І. Пилипіва. – К. : Вид. ПАЛИВОДА А. В., 2003. – 272 с.

29. Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи : бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с.

30. Сікорський П. І. Теорія і методика диференційованого навчання / П. І. Сікорський. – Львів : Сполох, 2000. – 420 с.

31. Інструкція про організацію освітньої діяльності у вищих військових навчальних закладах Міністерства оборони України. – К., 1997. – 130 с. – (Нормативний документ Міністра оборони України. Інструкція).

32. Педагогічні технології у неперервній професійній освіті : монографія / С. О. Сисоєва, А. М. Алексюк, П. М. Воловик, О. І. Кульчицька, Л. Є. Сігаєва, Я. В. Цехмістер та ін.; за ред. С. О. Сисоєвої. – К. : ВІПОЛ, 2001. – 502 с.

33. Перспективні освітні технології : науково-методичний посібник / за ред. Т. С. Сизоненко. – К. : Гопак, 2000. – 560 с.

34. Про введення в дію Концепції інформатизації Збройних сил України : наказ Міністра оборони України від 11 лютого 1994 р. № 30. – (Нормативний документ Міністра оборони України).

35. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : Интор, 1996. – 544 с.

36. Рахманов В. О. Активізація пізнавальної діяльності студентів у процесі використання проектної технології військової підготовки / О. Ю. Целіщев, В. О. Рахманов // Гуманітарні проблеми становлення сучасного фахівця : Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції 29 – 31 березня 2006 р. : У 3 т. – Т. 1 / За заг. ред. А. Г. Гудманяна, О. В. Петренка. – К. : НАУ, 2006. – Т. 1. – С. 144 – 145.

37. Хакен Г. Основные понятии синергетики. // Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов / Г. Хакен. – М. : Прогресс – Традиция, 2000. – 370 с.

38. Хурсин Л. А. Начала теории систем общественного типа / Л. А. Хурсин. – К. : Світ, 2001. – 280с.

39. Зиатдинов Ю. К. Сложные технические и эргадические системы : методы исследования : монография / Воронин А. Н., Зиатдинов Ю. К., Харченко А. В., Осташевский В. В. // ред. Л. П. Сыч. – Харьков : Факт, 1997. – 240 с.

40. Бабанский Ю. К. Оптимизация педагогического процесса (В вопросах и ответах) / Ю. К. Бабанский , М. М. Поташник. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Радянська школа, 1983. – 287 с.

41. Ягупов В. В. Теорія і методика військового навчання : монографія / В. В. Ягупов. – К. : Тандем, 2000. – 380 с.

42. Гунда Г. В. Інновації у підготовці фахівця в умовах класичного університету / Г. В. Гунда, В. В. Сагарда. – Ужгород : УжДУ, 2000. – 183 с.

43. Дидчківська І. М. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. / І. М. Дидчківська. – К. : Академвидав, 2004. – 352 с.

44. Розина И. Н. Педагогическая компьютерно-опосредованная коммуникация. Теория и практика / И. Н. Розина. – М. : Логос, 2005. – 460 с.

45. Водчиць О. Г. Планування, підготовка та проведення навчальних зборів студентів у військових частинах / О. Г. Водчиць, В. Л. Іванов, С. А. Острошапський, Р. С. Ткаченко, О. Ю. Целіщев, І. В. Чекед. – К. : ФВП НАУ, 2004. – 76 с.

46. Інструкція з організації та проведення військового (флотського) стажування, виробничої, ремонтної та інших видів практики слухачів (курсантів, студентів), введеною в дію наказом Міністра оборони України від 04.10.2002 № 330 – Офіц. вид. – К. : МОУ, 2002. – (Інструкція).

47. Каленський А. А. Методика застосування інформаційних технологій навчання (управлінські та тактичні дисципліни) : навчально-методичний

посібник. / А. А. Каленський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005. – 80 с.

48. Рахманов В. О. Універсальний інтерактивний предметний кабінет як засіб підвищення активізації пізнавальної діяльності майбутніх офіцерів при вивченні загальновійськових дисциплін / В. О. Рахманов // Тематичний випуск “Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору : Моніторинг якості освіти”. / гол. ред. В. Андрущенко.– К. : Гнозис, 2007. – Додаток 3 (т. 7). – С. 306 – 313.

49. Рахманов В. О. Комп’ютерна технологія навчання як засіб активізації пізнавальної діяльності майбутніх офіцерів при вивченні загальновійськових дисциплін / В. О. Рахманов // Актуальні проблеми вищої професійної освіти України : матеріали науково-практичної конференції 20 – 21 березня 2008 р. / за заг. ред. І. В. Лузік, О. М. Акмалдінової. – К. : НАУ, 2008. – С. 32 – 33.

50. Булгакова Н. Б. Пропедевтическая подготовка в техническом вузе / Н. Б. Булгакова : монография / за ред. В. П. Заскалета. – К. : КМУГА, 1999. – 180 с.

51. Драйден Г. Революция в обучении : пер. с англ. / Г. Драйден, Д. Вос; пер. с англ. Х. Шагиева. – М. : ООО “Парвинэ”, 2003. – 672 с.

52. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб. / О. І. Пометун, Л. В. Пороженко; за ред. О. І. Пометун. – К. : А.С.К., 2005. – 192 с.

53. Гершунский Б. С. Компьютеризация в сфере образования : Проблемы и перспективы / Б. С. Гершунский. – М. : Педагогика, 1987. – 264с.

54. Рахманов В. О. Військово-патріотичне виховання як засіб активізації пізнавальної діяльності майбутніх офіцерів при вивченні загальновійськових дисциплін / В. О. Рахманов // Гуманітарні проблеми становлення сучасного фахівця : Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції 22 – 23 березня 2007 р. : У 2 т. Т. 1 / За заг. ред. А. Г. Гудманяна, О. В. Петренка. – К. : НАУ, 2007. – С. 76 – 78.

55. Рахманов В. О. Педагогічні умови підвищення ефективності навчально-пізнавального процесу при проходженні зборів у військах / В. О. Рахманов // Тематичний випуск “Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору”. / гол. ред. В. Андрущенко. – К. : Гнозис, 2006. – Додаток 3 (т.1). – С. 353 – 358.

56. Барабанщиков А. Д. Военно-педагогическая диагностика / А. Д. Барабанщиков, Н. И. Дерюгин. – М. : ВУ, 1995. – 108 с.

57. Положення про підготовку науково-педагогічних кадрів у Збройних силах України : спільний наказ Міністра оборони України та Міністра освіти України від 1 грудня 1993 р., № 280/416. – (Інструкція).

58. Артюшин Л. М. Педагогічні умови активізації навчально-пізнавальної діяльності курсантів вищих військових навчальних закладів / Л. М. Артюшин : навчальний посібник. – К. : КІВПС, 2000. – 106 с.

59. Рахманов В. О. Модель формування пізнавальної активності майбутніх офіцерів в процесі вивчення загальновійськових дисциплін / В. О. Рахманов // Збірник наукових праць № 45. Частина ІІ / гол. ред В. О. Балашов. – Хмельницький : Вид-во Нац. ак. Держ. прик. сл. Укр. ім. Б. Хмельницького, 2008. – С. 234 – 238.

60. Рахманов В. О. Шляхи підвищення активізації пізнавальної діяльності майбутніх офіцерів при вивченні загальновійськових дисциплін / В. О. Рахманов // Вища освіта України : тематичний випуск "Педагогіка вищої школи : методологія, теорія, технології". / гол. ред. В. Андрущенко. – Рівне : РДГУ, 2007. – Т. 3. – № 2 (додаток 1). – С. 156 – 160.

61. Гребенюк Г. Є. Загальна характеристика ступеневої системи професійної освіти України : монографія / Г. Є. Гребенюк // Неперервна професійна освіта : проблеми, пошуки, перспективи / за ред. І. А. Зязюна. – К. : Віпол, 2000. – С. 204 – 227.

62. Скаткин М. Н. Совершенствование процесса обучения / М. Н. Скаткин. – М. : Педагогика, 1971. – 206 с.

63. Ягупов В. В. Військова й соціальна психологія / В. В. Ягупов. – Київ, 2000. – 522 с.

64. Алюшин Г. Н. Про особливості методики модульно-рейтенгового контролю при вивченні військово-технічних дисциплін / Г. Н. Алюшин // Військова освіта : збірник наукових праць № 10 / гол. ред. В. В. Ягупов. – Київ, 2002. – С. 111 – 115.

65. Методичний посібник для командирів підрозділів, частин, з'єднань і об'єднань, установ і закладів, навчальних управлінь центрального апарату Міністерства оборони України та Генерального штабу ЗСУ з питань впровадження нового порядку атестування офіцерського складу Збройних сил України / за ред. М. І. Науменко – К. : ГУВО МО України, 2000. – 31 с.

66. Ягупов В. В. Військова дидактика : навчальний посібник. / В. В. Ягупов. – К. : Вид.–поліграф. центр "Київський університет", 2000. – 400 с.

67. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М. : Изд-во института проф. обр. МОРФ, 1995. – 208 с.

68. Ягупов В. В. Основи військово-дидактичних знань : навчальний посібник. / В. В. Ягупов. – К. : КВІУЗ, 1999. – 220 с.

# Глава 3. Визначення фізіологічної ціни діяльності військовослужбовця в польових умовах за допомогою інноваційних мініатюрних програмно-апаратних комплексів: різні сценарії використання

Уроки оборонних операцій Збройних Сил (ЗС) України у війні проти Росії вказують на чергову зміну її умов: перехід від повномасштабних дій середньої інтенсивності на широкому фронті до зосередження зусиль на декількох напрямах; компенсування втрат особового складу перевагою у вогневих засобах за наявністю резервів; збільшення інтенсивності і платності вогневого впливу, зростання санітарних і психогенних втрат та зниження як професійних так і фізичних якостей людських ресурсів сил сторін. При цьому, збільшення психогенних втрат серед особового складу міжвидового угруповання військ (сил) в оборонної операції обмежує реалізацію бойового потенціалу угруповання з причини зниження бойових спроможностей озброєння та військової техніки, яку застосовує особовий склад з низьким морально-психологічним станом (МПС), що посилює увагу до проблеми моніторингу моральних, психологічних та фізіологічних спроможностей і стану здоров'я воїнів Сил оборони України у бойових умовах.

Наявність чинників ризику, висока психологічна «ціна» діяльності, ускладнення функцій, розширення діапазону керованих процесів, збільшення темпу діяльності, монотонність роботи в умовах очікування сигналу до дій, поєднання різних за метою дій в одній діяльності (суміщена діяльність), переробка великих обсягів інформації, дефіцит часу на виконання необхідних дій, складна динаміка зміни функціональних станів, виникнення екстремальних (аварійних) ситуацій, недолік інформації, обмеження рухової активності та інші умови та особливості діяльності фахівців сил оборони України у війні проти РФ дозволяють визначити таку діяльність екстремальною.

В засадах організації збройної боротьби сил оборони більшості країн світу цьому питанню приділено значну увагу. Зазначену процедуру обумовлюють такі взаємопов'язані цілі збройної боротьби, як максимальна реалізація бойового потенціалу та мінімізація втрат особового складу.

В ЗС України моніторинг моральних, психологічних та фізіологічних якостей воїнів передбачає як в системі соціального та гуманітарного забезпечення за різноманітними методиками так і системі медичного забезпечення складових сил оборони, зокрема низька задекларованих спроможностей ЗС України, у тому числі з неклінічної превентивної медицини – спостереження за станом здоров'я (Спроможність №2) та діагностика (Спроможність №7). При цьому, відповідну процедуру в бойових умовах непередбачено, незважаючи на введення значної кількості штатних посад фахівців з неклінічної превентивної медицини.

Аналіз керівних документів інших структур сектору безпеки та оборони України (НГ, МВС, СБУ, ДПС) засвідчує відсутність єдиних підходів до оцінювання МПС особового складу військ (сил), що вимагає вивчення відповідних методик в ЗС інших країн світу.

Результати аналізу сучасної наукової літературі [1,5-9] в галузі психології вказують на чотири складові психологічної готовності воїнів до виконання бойових завдань і завдань, а саме: мотиваційна, емоційно-вольова, особистісна та функціональна. При цьому функціональна складова має найбільше прикладне значення: це вміння розраховувати ресурс власних сил по відношенню до сил і засобів противника, знання тактичних прийомів бою, фізична витривалість (тривале перебування в замкнутому просторі, тривала робота в умовах під час інтенсивних бойових дій та в монотонні періоди діяльності (наприклад, у разі передислокації) , інтеграція усіх ресурсів для виконання професійної діяльності:

Згадаємо також підходи Н. Сторожук [2,3] щодо двох невід'ємних критеріїв психологічної готовності, а саме: зовнішнього (до якого вона відносить ефективність виконання службово-бойових завдань) і внутрішнього (що розкривається в збереженні потрібного морального і психологічного стану) та вимог до критерію психологічної готовності воїна до бойових дій як ступеню відповідності результатів його діяльності певним цілям і нормативним вимогам.

Загальний підхід до моніторингу моральних, психологічних та фізіологічних спроможностей воїнів у ЗС країн НАТО, розроблено науковцями США ще під час війни у Вьетнамі, та унормовано у відповідних концептуальних документах [4].

Результати аналізу сучасної наукової літературі в галузі медичних наук вказують на наявність подібного підходу, за яким для характеристики загального стану людини, пов'язаного з виконанням трудової, навчальної діяльності і знаходженням в певному морально-психологічної оточенні часто використовується поняття "функціональний стан" організму людини, що вкрай актуально під час її зміни, або зміни умов її проведення. Існує багато визначень функціонального стану. Найбільш вдалим нам здається наступне: функціональний стан організму - це інтегральна характеристика стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути витрачений адаптацію.

Функціональний стан логічно трактувати як спроможність виконувати службові обов'язки. Звичайно, функціональний стан людини змінюється у час. Внаслідок фізичних чи психічних навантажень він може погіршитися, тобто функціональний резерв зменшується. Це зменшення резерву і є своєрідна фізіологічна ціна діяльності.

На даний час існує багато прийомів і способів оцінки функціонального стану людини, від анкетування до програмно-апаратної діагностики. Так, наприклад, в останні роки виявлено, що є надійний зв'язок між деякими особливостями варіабельності ритму серця, у першу чергу спектральними характеристиками та психоемоційним статусом, через що розроблена модель так званої нервово-вісцеральної інтеграції (The Model of Neurovisceral Integration) [18]. Цей факт дав змогу створити програму кількісної оцінки психоемоційного стану за даними варіабельності риму серця та включити цей аспект у її багатосторонній аналіз.

Щодо вимог до оцінювання функціонального стану, у більшості збройних сил країн НАТО об'єктом оцінювання і прогнозування функціонального стану військовослужбовців визначена психологічна стійкість "пружність" (англ. Psychological resilience), для оперативного визначення якої статутними документами передбачено зручні параметри оцінювання, що дозволяє автоматизувати збір даних особовим складом без спеціальної підготовки [10,11]. Безперервний моніторинг дезадаптивних явищ бойового стресу здійснюють командири підрозділів, молодші командири, медики, капелани, наставники-солдати, товариші по службі, члени сім'ї, фахівці медичної служби, психологи та їхні помічники - навчені солдати (рис. 1).

Як бачимо, рис. 1 за рівнем погіршення функціонального стану людини від ознак "РЕАКЦІЯ" пріоритет контролю психологічного здоров'я воїнів поступово переміщується від командування до медичних фахівців підрозділу.

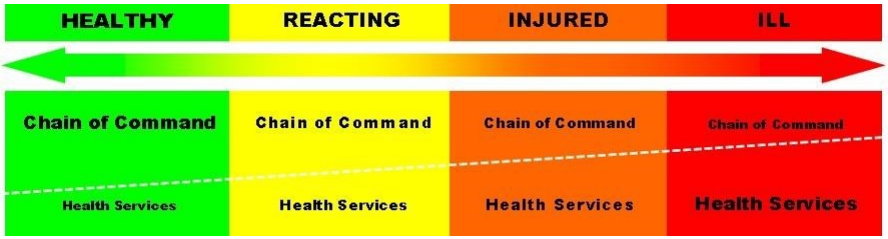



Рис. 1. Модель континууму психічного здоров'я

Подібна модель підтримки психічного здоров’я підрозділів армії США (рис. 2) забезпечує своєчасний інформаційний ресурс впроваджена ще у 2007 році [12].

| НОРМА | РЕАКЦІЯ | ТРАВМА | ХВОРОБА |
|---|---|---|---|
| Оптимальна боєздатність. Зростання адаптивності та здоров'я. *Фізично, розумово і духовно тренований і адаптований. Мотивований. Спокійний і стабільний. Зосереджений на виконання завдання. Здатний отримувати задоволення і відновлювати ресурси. Етична поведінка.* | Легкі транзиторні порушення через вплив будь-яких стресорів. Низький ризик ускладнень. *Дратівливий, тривожний або пригнічений. Втрата мотивації і зосередженості на задачі. Порушення сну, м'язовий гіпертонус. Неможливість отримувати задоволення.* | Тривалі порушення, що виникають через загрози життю, втрат, моральної травми, перевтоми. Не проходять безслідно. Високий ризик ускладнень. *Втрата самоконтролю, паніка, гнів або депресія. Почуття провини, сорому, звинувачення. Не почуває себе нормальним (здоровим).* | Клінічно виражене психічне захворювання (ПТСР, депресія, фобії, залежності). Стан погіршується з плином часу. Відсутність спеціалізованої медичної допомоги призводить до інвалідизації. *Небоєздатність* |
| ***Зони відповідальності*** | | | |
| **Командування** | | | **Медичної служби** |

Рис. 2. Модель підтримки психічного здоров’я підрозділів ЗС США (2007р.)

Двічі на рік у армії США оцінюють психологічний і фізичний стан військовослужбовців із використанням інструменту Глобального оцінювання (Global Assesment Tool GAT 2.0), що інтегрує психометричні методики в поєднанні з результатами фізіологічних функціональних проб та результатами Армійського тесту фізичної підготовки (Army Physical Fitness Test – APFT).

Існує Онлайн система GAT 2.0, яку використовують для програми індивідуального саморозвитку військовослужбовців, цивільного персоналу та членів їх сімей. Кожен аспект (вимір) онлайн-оцінки стану ґрунтується на валідних психометричних методиках у чотирьох основних сферах: емоційній, соціальній, сімейній та духовній.

Особливістю канадського підходу в застосуванні даної програми є поширення практики її використання в інших професіях, в діяльності яких існує фактор психологічного стресу, а саме: пошуково-рятувальна служба, підрозділи поліції спеціального призначення та медичний персонал.

Відтак, завдяки інтеграції результатів оцінювання стану військовослужбовців з електронними базами даних персоналу, армійське командування може швидко оцінювати результати тренувань, занять, стан військових підрозділів перед бойовим завданням та після його виконання, що допомагає при прийнятті оперативних рішень бойового управління. Але вищезазначені технології можуть бути удосконалені з урахуванням впровадження технологій моніторингу функціонального стану людини в практику психологічного супроводу та медичного забезпечення бойових дій.

Для обговорення різних аспектів подальшого розвитку та використання технології моніторування функціонального стану воїнів Сил оборони України в умовах службової та бойової діяльності Сил оборони України, інститутом кібернетики ім. Глушкова після багаторічної розробки зазначеного питання у співпраці з окремими суб’єктами Сил оборони та Академії наук України було ініційовано міжвідомчу нараду на тему: «Телемедичні технології для визначення та моніторингу функціонального стану співробітників силових структур», у якій прийняли участь біля 30 відповідальних представників різних суб’єктами Сил оборони (ЗСУ, МВС, НГУ, СБУ, ДПСУ, ДСНС тощо).

Ця нарада наразі переконливо засвідчила високу запитаність таких технологій у всіх силових структурах. Учасниками наради було запропоновано створити міжвідомчу робочу групу для розвитку та широкого впровадження інформаційної технології довготривалого моніторування функціонального стану та фізіологічного резерву військовослужбовців.

## 3.1. **Опис дослідження**

В дослідженнях функціонального стану людини за різними сценаріями починаючи з 2015 року використовується портативний ЕКГ програмно-апаратний комплекс «Кардіоплюс_П», розроблений Інститутом кібернетики НАНУ у співдружності з фахівцями _НУОУ_, Головного військового клінічного госпіталю (м. Київ) та вироблений НВП «Метекол» (м. Ніжин). Це 6-ти чи 12-ти канальний електрокардіограф, якій використовує USB-інтерфейс. Іншим типом сучасного мініатюрного програмно-апаратного комплексу, який ми використовували, є надмініатюрні ЕКГ-пристрої, що носяться на тілі тривалий час, так звані wearable “on-body” ECG patch devices. Лінійка таких приладів нещодавно розроблена АТЗТ "Сольвейг", м.Київ. Ці реєстратори електрокардіосигнала є портативними пристроями з автономним живленням, призначеними для реєстрації ЕКГ в 1-му чи 6-ти відведеннях.

Реєстратори можуть працювати в двох режимах: «on-line» електрокардіограф – приставка, яка реєструє, перетворює і передає сигнал ЕКГ на зовнішнє керований пристрій (ЗКП) в реальному часі; «off-line» подієвий реєстратор ЕКС - запис виконується у внутрішню пам'ять, за розкладом, на вимогу, за заданими тривогам, з подальшою передачею на ЗКП для візуалізації, зберігання, виведення на друк, відправлення в хмарні сервіси і на віддалені пристрої з метою подальшого зберігання і обробки. На наш погляд, особливо прогресивними є пристрої типа електрокардіографічний пластир. Ці надмініатюрні та надлегки носимі пристрої, які за допомогою липких електродів кріпляться в зручному місці на тілі (зазвичай - під лівою ключицею), абсолютно не заважають звичайної діяльності людини, дозволяють проводити моніторинг електрокардіосигнала протягом багатьох діб і за потреби навіть кілька тижнів. Такі пристрої також розроблені українськими виробниками (коди «Метелик» та «Жетон»). Іншою важливою складовою технології є захищене сховище даних, на основі «хмарних» технологій, яке має відповідні сертифікати кібербезпеки. Обчислювальне, «ядро» розташоване у такій «хмарі» (тобто набір відповідних алгоритмів) здійснює аналіз електрокардіограми. Саме така «хмарна» технологія розроблена українсько-фінською компанією «Кардіолайз». Виміряна інформація відображається в вигляді , який дає змогу підтримувати прийняття, тобто бути побудованої за правилами когнітивної графіки.

В зазначених програмних продуктах реалізовано принцип багатостороннього аналізу ЕКГ [13], який дозволяє отримати повну та фізіологічно обґрунтовану інформацію, який включає 4 блоки: варіабельності ритму серця (ВРС), амплітудно-часових показників ЕКГ, порушень ритму серця та психоемоційного стану. Обстеження за допомогою комплексу проводиться у стані спокою, сидячі чи лежачі.

Ґрунтовна дослідна експлуатація розробленого комплексу у клінічних та позаклінічних умовах, у тому числі серед студентів ВНЗ, військовослужбовців у зоні ООС (АТО), тощо виявила його мультифункціональність, тобто доцільність використання для вирішення низки різних завдань:

– забезпечення донозологічної діагностики, тобто надання оперативної оцінки фізіологічного потенціалу (резерву) військовослужбовця (у тому числі курсанта чи слухача вищого військового навчального закладу), визначення його боєздатності (combat operational readiness),фізіологічної ціни бойової чи навчальної діяльності.

– об'єктивна оцінка тяжкості стану хворих, які потребують невідкладної допомоги, а також аналіз післятравматичного пошкодження серцево-судинної системи у пацієнтів з бойовою травмою;

– оперативна діагностика існуючих захворювань серця та судин у студентів, визначення ризику їх маніфестації та виникнення ускладнень їх перебігу у майбутньому;

– забезпечення об'єктивного контролю успішності процесу фізичної та психологічної реабілітації військовослужбовців силових структур.

Як було показано вище, дану інформаційну технологію можна використовувати для вирішення низки різних задач. Метою цієї роботи є вивчення можливостей технології для визначення фізіологічного резерву військовослужбовця, фізіологічної ціни бойової чи навчальної діяльності [12].

Ми вважаємо, що величина фізіологічного резерву прямо пов'язана з боєздатністю військовослужбовця. У свою чергу, завдання визначення фізіологічного резерву також необхідно вирішувати під час різних видів виконання військовослужбовцем своїх обов'язків, у мирний чи воєнний час.

Треба зазначити, що вирішенню цього завдання в арміях країн НАТО приділяється значна увага, у тому числі в рамках тривалих програм. Дослідження проводяться у першу чергу в підрозділах високомобільних десантних військ та сил спеціальних операцій [4-6].

Зупинимось на архітектурі оригінального програмного забезпечення, яке було використане нами для вирішення завдань даного дослідження, та охарактеризуємо сутність параметрів, які були використані в нашому дослідженні.

Багатосторонній аналіз електрокардіограми та варіабельності ритму серця, який побудований за ієрархічним принципом та складається з чотирьох рівнів, які наводяться в порядку зростання.

а) Перший (нижній) рівень складають сукупність окремих показників, що описують різноманітні аспекти варіабельності ритму серця (в тому числі психоемоційного стану), амплітудно-часові параметри , а також форму зубців ЕКГ; наявність основних порушень серцевого ритму та провідності.

б) Другий рівень складають групи споріднених показників, що мають близький фізіологічний сенс. Частина цих груп відображає більшою мірою оперативне, тобто миттєве функціонування серцево-судинної системи. Ці групи показників характеризують негайну адаптивну відповідь на зовнішні стимули. Інші групи показників відображають більшою мірою рівень функціонального резерву.

в) Третій рівень представлений трьома інтегральними блоками , кожен з яких відображає різні сторони функціонування серцево-судинної системи на основі апаратного аналізу ЕКГ. Це блоки оцінки регуляції, стану міокарда, вираженості порушень серцевого ритму.

г) Четвертий, найвищий рівень – це загальний інтегральний показник функціонального стану серцево-судинної системи. При цьому на більш високих рівнях аналізу відбувається узагальнення і агрегація інформації, яка отримана на попередньому рівні [14,15]. Це виражається в усередненні бальних значень всіх параметрів показників попереднього рівня, тобто показники першого рівня усереднюються на другому рівні, другий - на третьому, третього - на четвертому. Для наочного відображення результатів застосовується колірне кодування градацій функціонального стану, відповідно до принципів, так званої дещо розширеною «світлофорної логіки». Іншими словами, діапазон нормальних значень забарвлюється в зелений колір, діапазон незначних змін – в жовтий, істотних змін - у помаранчевий. Четвертий діапазон, діапазон виражених змін, забарвлюється в червоний колір.

У цьому контексті має сенс торкнутися поняття норма, вірніше діапазону нормальних значень, яке є ключовим для запропонованої концепції. Початкове уявлення про норму як середня величина в зіткненні з діалектичною природою мінливості живого призвело до вкрай релятивістським висновків і до заперечення в кінцевому рахунку самої норми. Існує досить поширена думка, яку в крайній формі можна сформулювати так: «Кожна людина являє собою в тому чи іншому відношенні відхилення від норми і , отже, кожна людина є масштабом своєї нормальності». Однак, практичні потреби не дають можливості відмовитися від середньостатистичного розуміння норми, при всій її обмеженості.

Отже, в запропонованому програмному забезпеченні під діапазоном нормальних значень розуміються кількісні межі функціонування організму, які є стандартом, еталоном. Медіанне значення нормального діапазону показників оцінюються максимальною кількістю умовних балів (90-100), значення , ближчі до межі цього діапазону – дещо меншою кількістю балів (76-89). Значення, що виходять за межі нормального діапазону оцінюються меншою кількістю балів залежно від «відстані» до вищезгаданого медіанного значення.

Знов повторимо, що оптимальна кількість діапазонів на нашу думку саме чотири: норма, незначні зміни, суттєві зміни, грубі зміни.

Комплексний індекс функціонального стану сформований на основі оцінок загальноприйнятих і оригінальних показників варіабельності ритму серця, форми зубців і комплексів електрокардіограми. Індекс психоемоційного стану формується за такими ж принципами та визначається на основі аналізу варіабельності ритму серця за модифікованим алгоритмом McCraty (США).

Далі наводимо результати визначення фізіологічного резерву саме в ході виконання обов'язків служби у різноманітних умовах, тобто різних сценаріїв.

## 3.2. **Визначення функціонального резерву під час командно-штабної гри на полігон**

За допомогою комплексу «Кардіоплюс П» було обстежено 26 офіцерів – учасників командно-штабної гри на полігоні. 4 обстежених були викладачами Національного Університету оборони, 22 – слухачами. Обстеження зазначеної групи проводилося двічі – безпосередньо перед початком командно-штабної гри та через 5 днів безпосередньо після її закінчення.

Рис. 3 Обстеження офіцера-учасника командно-штабної гри

Тривалість реєстрації ЕКГ становила 3 хв. Фізіологічна ціна визначалася на основі динаміки комплексного показника функціонального стану (КПФС). Так, збільшення на 10 % чи більше визнавалося позитивною динамікою (тобто фізіологічна ціна низька), зменшення на 10 % чи більше визнавалося негативною динамікою (тобто фізіологічна ціна висока), зміни менш ніж на

10 % свідчили про відсутність суттєвої динаміки (тобто фізіологічна ціна середня). Окрім аналізу результатів ЕКГ, у кожної особи збирався анамнез стосовно звернень до медичних закладів з приводу захворювань внутрішніх органів.

Під час обстеження зазначені військовослужбовці не пред'являли скарг на стан здоров'я і комплексом «Кардіоплюс П» не було виявлено патологічних змін морфології ЕКГ, тому вони були визнанні, як «практично здорові». Під час повторної комплексної оцінки функціонального стану зазначеної групи за результатами дослідження у в 1-го офіцера були виявлені часті поодинокі шлуночкові екстрасистоли. В той же час жоден офіцер скарг на стан здоров'я не висловлював, самопочуття було задовільним. За результатами оцінки КПФС, у 11 (42 %) осіб не знайдено суттєвої динаміки (середня ціна діяльності) , у 10 (38 %) – позитивна динаміка, тобто організм легко адаптується до фізичних та психологічних навантажень (низька фізіологічна ціна діяльності), у 5 (19%) – негативна динаміка (висока ціна діяльності), що свідчить про знижені компенсаторні можливості. На наш погляд, дані офіцери вимагають диспансерного нагляду і подальшої оцінки наявних навантажень.

Треба також зауважити, що в підгрупі викладачів , старших за віком порівняно з слухачами , висока ціна діяльності виявлена у 50 % обстежених. У 40% слухачів з підгрупи офіцерів з морально-психологічного забезпечення також зафіксована висока фізіологічна ціна діяльності.

У той же час, серед слухачів що в ході командно-штабної гри виконували функції командирів частин, жоден офіцер не продемонстрував високої фізіологічної ціни діяльності, а у 60% з них навпаки – ціна діяльності була низькою. Щодо окремого аналізу психоемоційного стану, то у більшості обстежених офіцерів (54 %) він наприкінці командно-штабної гри поліпшився.

Наприкінці 2021 року були проведені повторні дослідження з аналогічним дизайном. Були обстежені 13 слухачів та 2 викладача НУО. В цій групі вихідний рівень функціонального стану був дещо нижчим ніж у попередній, особливо це стосувалося одного з викладачів. Зокрема, у двох слухачів виявлені ознаки порушення психоемоційного стану. Під час повторної комплексної оцінки функціонального стану зазначеної групи за результатами оцінки КПФС у 6 (40 %) осіб не знайдено суттєвої динаміки (середня ціна діяльності), у 4 (27 %) – позитивна динаміка, тобто організм легко адаптується до фізичних та психологічних навантажень (низька фізіологічна ціна діяльності), у 5 (33%) – негативна динаміка (висока ціна діяльності), що свідчить про знижені компенсаторні можливості.

### 3.3. **Визначення функціонального резерву під час тренувань військовослужбовців-спецпризначенців**

За допомогою електрокардіографічного патчу «Сольвейг» було обстежено четверо військовослужбовців з Сил спеціальних операцій під час виконання ними різних службових обов'язків , у тому числі у одному випадку 20-ти хвилинних вправ з фізичним навантаженням, яке постійно збільшувалося . В рамках аналітичної платформи «Cardiolyse» було розроблено спеціальне програмне забезпечення на основі поглибленого аналізу варіабельності ритму серця , запропоновані деякі оригінальні показники електрокардіограми, які відображають «економічність» роботи серця.

Носіння електрокардіографічного патчу «Сольвейг» не викликало ніяких незручностей, ніяким чином не заважало роботі. У всіх випадках був отриманий електрокардіографічний сигнал задовільної якості. У всіх обстежених військовослужбовців проаналізований тренд балансу симпатичної (збуджуючої) та парасимпатичної (гальмуючої) частин вегетативної нервової системи під час виконання службових обов'язків, стабільність функціонального стану, наявність чи відсутність перехідних процесів.

Тренди показників варіабельності ритму серця RMSSD та LH/HF військовослужбовця ССО показані на рис. 4.

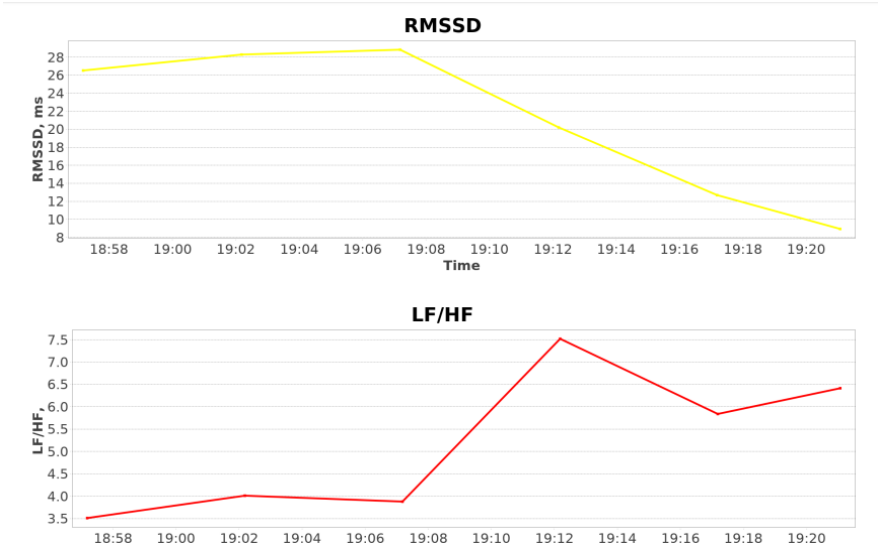



Рис. 4. Тренди показників варіабельності ритму серця RMSSD та LH/HF військовослужбовця ССО під час виконання фізичних вправ

Чітко визначається точка перегину на позначці 19.07. Цей момент часу, вірогідно, відображає досягнення анаеробного порогу. Таким чином,

запропонований метод аналізу дає можливість об'єктивно оцінювати фізичну витривалість військовослужбовця у динаміці.

Подальші дослідження необхідні для підтвердження отриманих результатів.

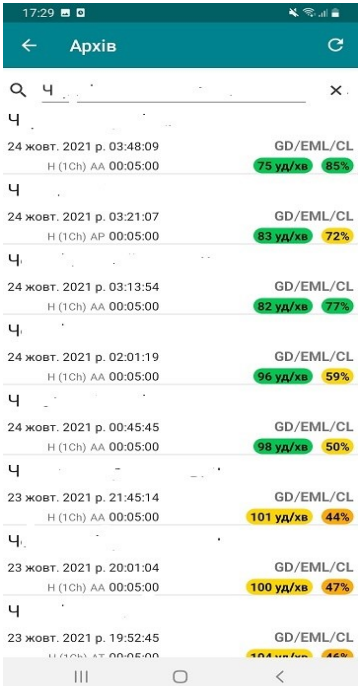
### 3.4. **Визначення функціонального резерву за допомогою довготривалого моніторингу носимими приладами під час виконання старшими офіцерами повсякденних службових обов'язків у мирний час**

Нами проведене пілотне дослідження, в якому прийняли участь 3 старші офіцери – 2 викладачі та слухач Гуманітарного інституту Національного університету оборони України імені Івана Черняховського. Використовувалися два види мініатюрних носимих приладів, виробництва АОЗТ Сольвейг та хмарний сервіс для аналізу електрокардіограми українсько-фінської компанії Кардіолайз.

Учасники дослідження безперервно носили дані прилади у період від 2-х до 7-ми діб, в тому числі під час виконання поточних службових завдань. Реєстрація та аналіз електрокардіограми здійснювалася автоматично на протязі 3-х хвилин з кроком 30 хвилин. В якості інформативного показника використовувався інтегральний коефіцієнт функціонального стану, який автоматично розраховується програмним забезпеченням, причому використовується шкала від 0 до 100 умовних одиниць: чим вищий бал, тім кращий функціональний стан. Значення інтегрального коефіцієнту також маркуються кольором у відповідності з світлофорною логікою: 76-100 – зелений колір , 51-75 – жовтий колір, 26-50 – помаранчевий колір, нижче 26 – червоний колір. Учасники дослідження вели щоденник подій під час носіння приладів, тобто реєстрували характер їхньої діяльності у той чи інший час.

В результаті досліджень виявлено, що носіння обох типів мініатюрних ЕКГ приладів не викликає суттєвих незручностей та ніяким чином не заважає службовій діяльності. Інформація щодо функціонального стану, яка миттєво відображається на екрані смартфону користувача та зберігається у хмарному сервісі в персональному кабінеті, дає змогу вчасно вживати заходів щодо його корекції, приймати інші рішення щодо управління персоналом як самому користувачеві так і відповідним уповноваженим особам в залежності від організації процесу.

Наводимо приклад динаміки показника у слухача заочної форми навчання, який прибув для складання іспитів. (рис. 5) у вечірні години та ніччю у першу добу після прибуття в Університет та вранці наступної доби.




А

Б

Рис. 5 Динаміка інтегрального показника функціонального стану та частоти серцевих скорочень старшого офіцера-слухача заочної форми навчання у перші дві доби після прибуття на чергову сесію (відображення на екрані смартфону): А – вечір першої доби та ніч другої доби ; Б – ранок другої доби

Перша доба після прибуття характеризувалася інтенсивними, пов’язаними зі стресом учбовими заняттями та самопідготовкою до іспитів, яка затягнулася до пізнього вечора. Як бачимо на Рис.2а., функціональний стан слухача у період 19.52 – 21.45 є доволі поганим (44-47 %). Починаючи з 0.45 годин (початок нічного відпочинку) бачимо тенденцію до поліпшення функціонального стану аж до 85 % біля четвертої години ночі. Також, добрий функціональний стан зберігається наступного ранку до 9.30, після чого має місце тенденція до його зменшення, пов’язана, вірогідно, з початком виконання нових навчальних завдань.

Інший приклад – динаміка інтегрального показника функціонального стану в денні години у старшого офіцера – викладача, який виконував обов’язки чергового Університету у добовому наряді (рис. 6).

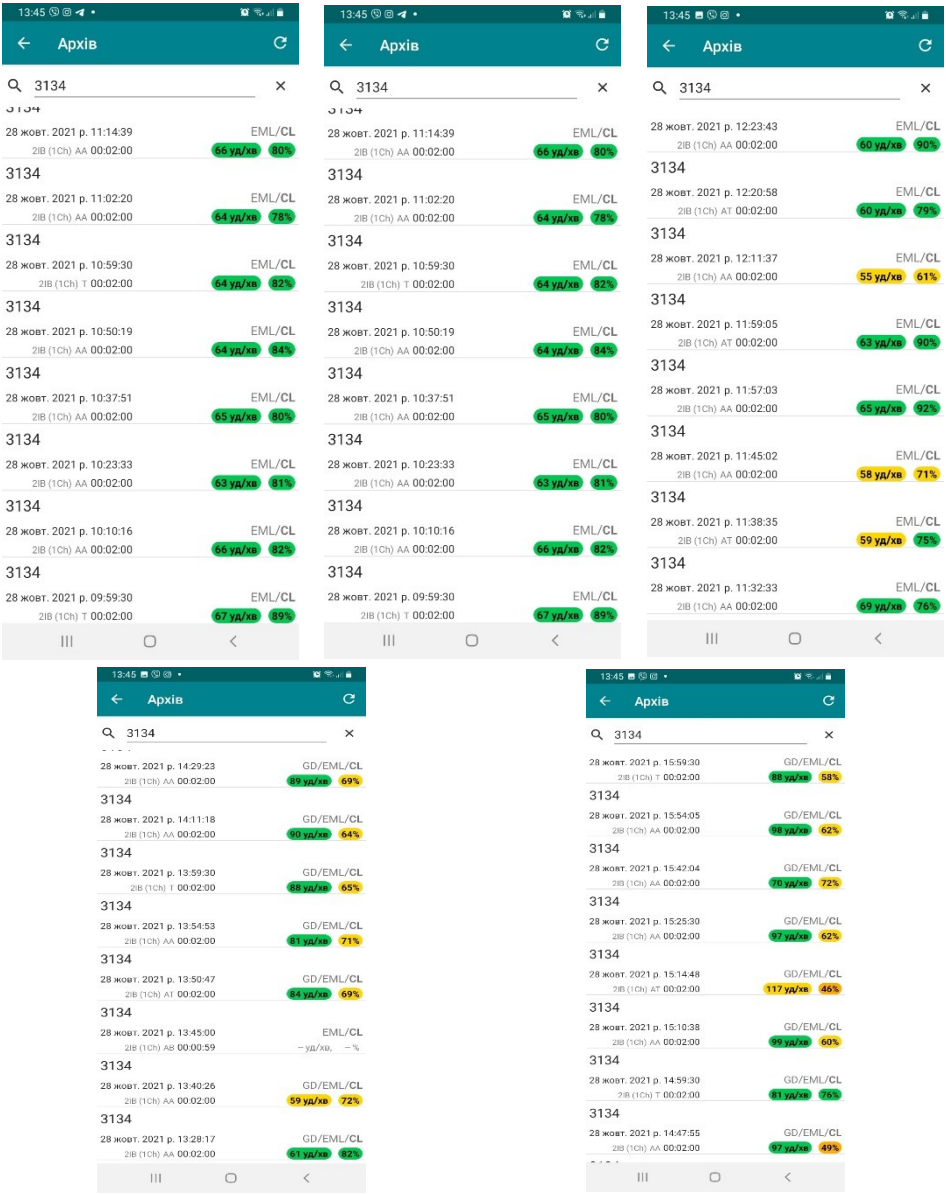



Рис. 6. Динаміка інтегрального показника функціонального стану та частоти серцевих скорочень старшого офіцера-викладача під час виконання обов’язків чергового Університету у добовому наряді (відображення на екрані смартфону, зліва направо послідовно від 10 годин ранку до 16 годин дня)

Як бачимо, є очевидна тенденція поступового погіршення функціонального стану від значень біля 80% у ранішні години до значень в середньому у 60% у 14.40-16.00 годин. У 14.48 та у 15.15 мають місце епізоди з найменшими за час спостереження значеннями функціонального стану (46-49%). Згідно з щоденником подій учасника дослідження, у ці періоду часу він виконував відповідальні службові обов'язки пов'язані з прийманням зброї особового складу Університету.

Звичайно, щоденник подій є важливим для інтерпретації отриманих результатів. У першу чергу необхідно знати чи знаходилася людина, яка носить мініатюрний електрокардіограф у стані фізичного спокою чи у стані фізичного навантаження.

Наводимо приклад (рис. 7) динаміки інтегрального показника функціонального стану у іншого старшого офіцера – викладача у ранкові години. Як бачимо, має місце суттєве зменшення досліджуваного параметра у період 8.00 – 9.00 , але у щоденнику подій зазначено, що у цей період виконувалися фізичні вправи, тобто зниження показника у цьому випадку не треба трактувати як зниження функціонального стану.

Рис. 7. Динаміка інтегрального показника функціонального стану та частоти серцевих скорочень старшого офіцера-викладача у ранкові години

### 3.5. **Визначення функціонального резерву за допомогою довготривалого моніторингу носимими приладами під час виконання старшими офіцерами повсякденних службових обов'язків у воєнний час**

Моніторинг проводився за викладеною у попередньому розділі методикою. Наводимо результати моніторингу декількох офіцерів різного рангу, які

залучені до щоденної цілодобової охорони і оборони об’єктів на вогневих позиціях, виконання побічних організаційних, господарчих завдань, пов’язаних з забезпеченням бойових дій.

Моніторинг почався через два тижні після початку широкомасштабного вторгнення. Оцінювався інтегральний показник функціонального стану а також показних психоемоційного стану. Наводимо приклад динаміки цих показників у офіцера, який виконує функції керівника середнього рівня. На рис. 8 показана динаміка інтегрального показника функціонального стану та психоемоційного індексу.

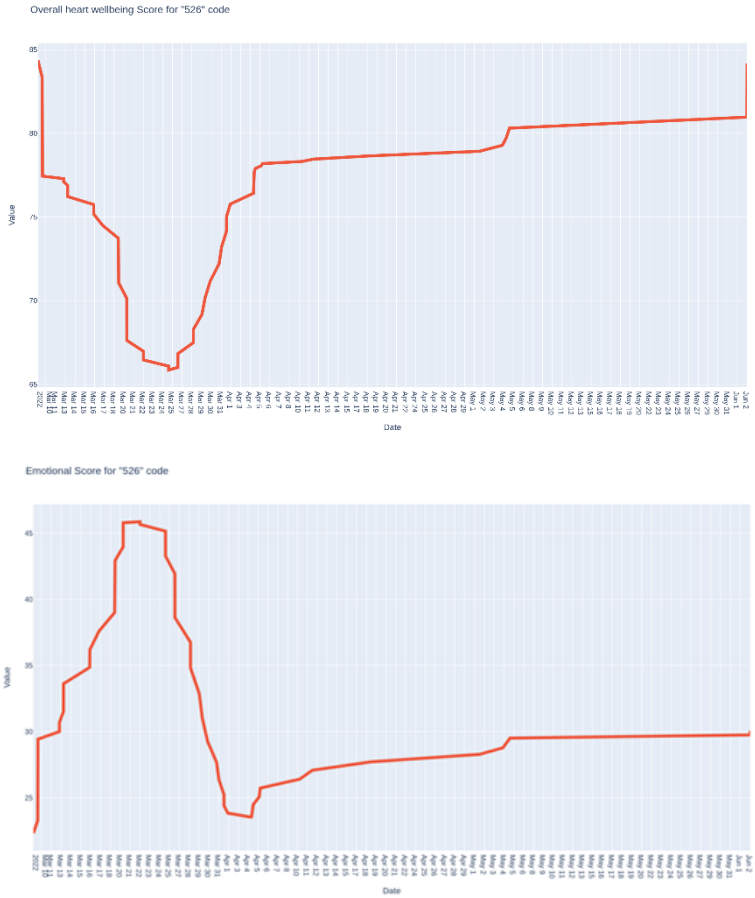



Рис. 8. Тренди інтегрального показника функціонального стану та індексу психоемоціонального стану офіцера –керівника середньої ланки

Як бачимо, на графіку інтегрального показника функціонального стану на початку періоду спостереження має місце достатньо високі показники функціонального стану (біля 85 балів), які поступово знижуються, створюя своєрідну «яму» через тиждень після початку моніторингу (біля 65 балів). Такий рівень зберігався також біля одного тижня, а потім поступово відновився до рівня приблизно 80 балів, на якому і зберігається досить тривалий час. Початок вищезгаданої «ями» функціонального стану збігається з закінченням виснажливого режиму виконання незбалансованого графіку добових чергувань. Після оптимізації графіку добового чергування режим несення служби став більш щадним. Цікаво, що значення індексу емоційного стану виявилися деякою мірою зворотні до інтегрального індексу.

Взагалі кажучи, за весь період спостереження вони виявилися нижчими ніж у того ж офіцера у передвоєний час. На початку періоду спостереження значення цього індексу були найнижчими (біля 25 балів), за тиждень воно піднялися до значень біля 45 балів, на короткий час повернулися до рівня в 25 балів, і на протязі наступного місяця плавно зростало.

Наступний приклад відображає триденне моніторування офіцера університету перед та під час відвідування їм зруйнованого окупантами особистого житла у м. Ірпінь відразу після його звільнення (рис. 9).

Перший день моніторування був присвячений підготовці до поїздки в м. Ірпінь. Спостерігаємо короткочасне різке зниження інтегрального показника функціонального стану біля дванадцятої години дня під час інтенсивного тренування з фізичної підготовки. У другій половині цього дня інтегральний показник повернувся до вихідного рівня – біля 85 балів. У вечірні години цей показник дещо знизився. Показник психоемоційного стану був нестабільним – достатньо низьким на початку ночі, суттєво підвищився в ранкові та денні часи, особливо у другій половині дня, почав знижуватися пізно ввечері. Під час інтенсивних фізичних навантажень показних психоемоційного стану також дещо короткочасно знизився, але короткочасно і невеликою мірою. На другий день моніторування бачимо плавне зниження інтегрального показника функціонального стану на початку ночі, його поліпшення у ранковий час, знов плавне зниження у першій половині дня та суттєве підвищення у другій половині дня яке змінилося зниженням пізно ввечері. Показник психоемоційного стану характеризувався різким зниженням на протязі ночі, підвищенням рано вранці, плато з тенденцією до зниження від сьомої до одинадцятої години ранку, саме тоді коли даний офіцер був залучений до оцінки важких наслідків окупації у м. Ірпінь, потім суттєве підвищення до 17-ї години, і знову плавне але суттєве зниження до кінця доби. На третю добу моніторування здійснювалося до 17-ї години. Динаміка обох показників нагадувала попередню добу. Треба сказати, що щоденник подій, якій вів даний

офіцер під час моніторування підтверджує, що всі 3 ночі під час моніторування були з різних причин в основному безсонними та пов'язаними з емоційними переживаннями.

Рис.9. Тренди інтегрального показника функціонального стану та індексу психоемоціонального стану офіцера

Третій приклад – результати моніторування офіцера керівника, командира бойового підрозділу (рис. 10). Воно здійснювалося на протязі одного місяця з середини березня до середини квітня. Бачимо плавне зниження обох показників : від приблизно 75 балів до 65 балів у випадку інтегрального показника функціонального стану та ще більш суттєве, до 40 балів у випадку показника психоемоційного стану.

Наступний приклад (рис. 9) демонструє результати моніторування також на протязі одного місяця офіцера, який перебував під впливом важкого стресу, так як його родина перебувала в тимчасово окупованому населеному пункті у Київський області. У порівнянні з попереднім випадком, бачимо протилежну тенденцію: плавне підвищення значень обох індексів, які

досліджувались. Особливо характерна динаміка індексу психоемоційного стану: він був вкрай низьким (біля 25 балів) на початку періоду дослідження та підвищився до 60 балів після звільнення окупованого населеного пункту та возз'єднання з родиною.

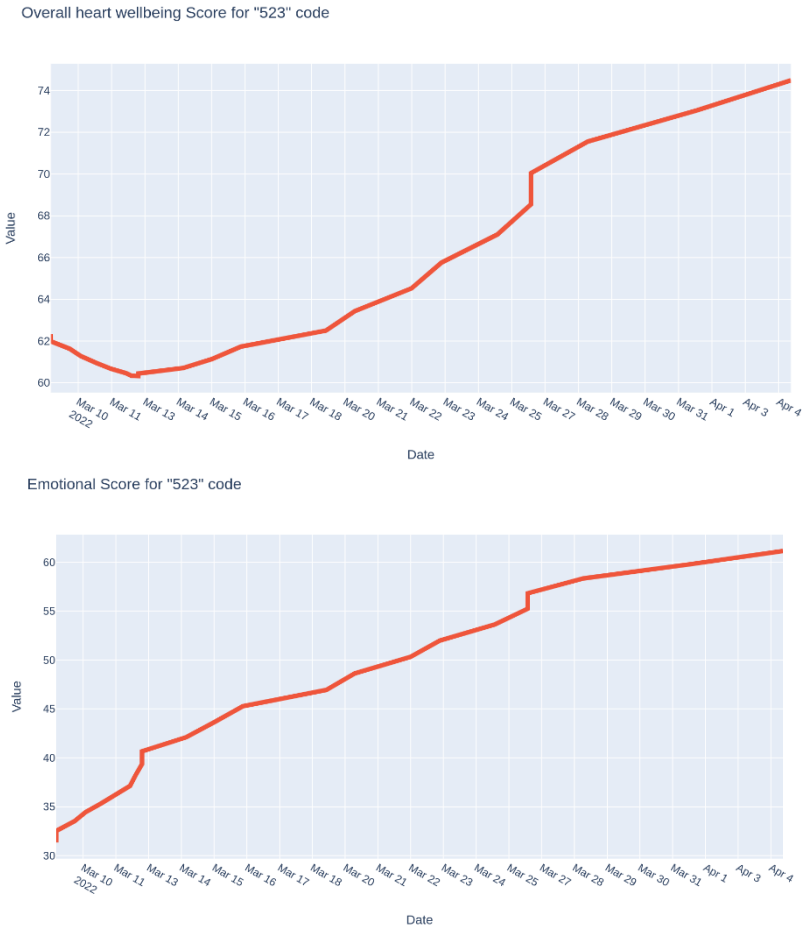
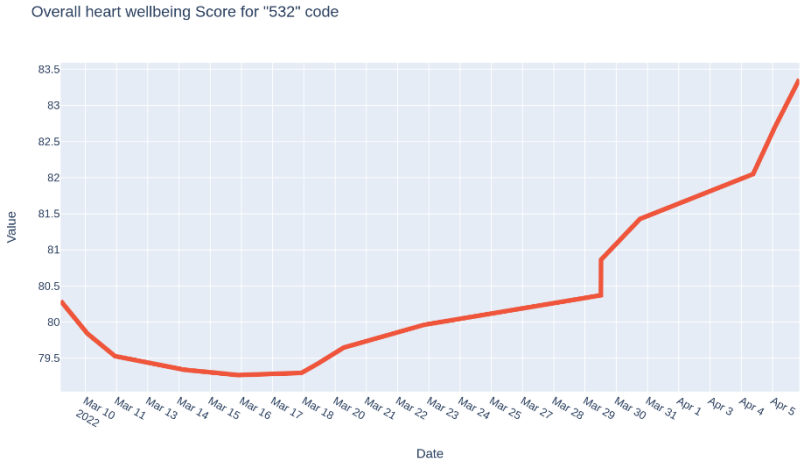



Рис. 10. Тренди інтегрального показника функціонального стану та індексу психоемоціонального стану офіцера, родина якого знаходилася в окупованому населеному пункті

Нарешті останній приклад (рис. 11) демонструє результати моніторування офіцера –виконавця, який на протязі всього часу моніторування виконував лише рутинні обов'язки. Як бачимо, обидва індекси були набагато більш стабільними ніж у попередніх випадках. Інтегральний індекс змінився

лише на 2-3 бали, індекс психоемоційного стану дещо погіршився, але залишався досить високим (біля 75 балів).



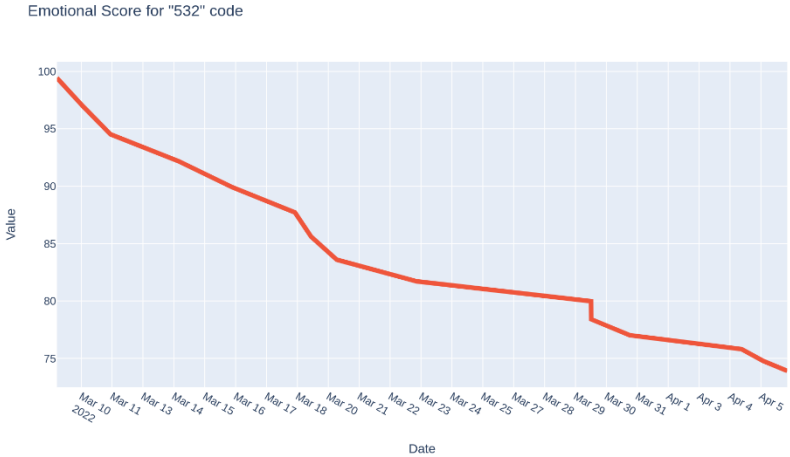




Рис. 11. Тренди інтегрального показника функціонального стану та індексу психоемоціонального стану офіцера-виконавця, який виконував тільки рутинні функції

Постає питання про зв’язок між індексами які ми досліджували, тобто про незалежність інформації, яка в них міститься. Для вирішення цього питання між ціма двома параметрами нами розрахований коефіцієнт кореляції Пірсона. Виявлено, що у наведених нами вище прикладах 3 та 5, які не були пов‘язані з швидкими та різкими змінами психоемоційного стану, кореляція між інтегральним показником та показником психоемоційного стану є досить

суттєвою, біля 0.7-0.75. Навпаки, у випадках 2 та 4, у яких відбувалися такі зміни, кореляції фактично не було, коефіцієнт Пірсона лише 0.2. Тобто, у випадках інтенсивного, різкого психоемоційного навантаження необхідно окремо аналізувати обидва параметри. Особливо цікавим є випадок 1, в якому ми спостерігаємо сильну але від'ємну кореляцію(-0.8) між досліджуваними параметрами. Цей феномен заслуговує на додаткове вивчення.

### 3.6. **Визначення функціонального резерву за допомогою мініатюрних приладів з пальцевими електродами у підрозділі на етапі підготовки до участі у бойових діях**

Було в два етапа було обстежено 153 військовослужбовця різних підрозділів які виконували завдання бойової підготовки у польовому таборі в ході польових навчань с бойовою стрільбою.

На першому етапі було обстежено 61 військовослужбовець стрілецького підрозділу Обстеження проводилося за допомогою мініатюрних приладів з пальцевими електродами.

Тривалість одного обстеження була дві-три хвилини, що дало можливість обстежити весь підрозділ двома приладами за 1,5 години. Оцінювався КПФС, а також окремо комплексні показники вегетативного резерву, міокарду, частоти серцевих обстежень та, особливо важливо, психоемоційного стану. Результати дослідження представлені в таблиці.

| Індекс | <40 років (n=28) | ≥40 років (n=33) |
|---|---|---|
| Комплексний показник функціонального стану | 61 | 61 |
| Вегетативний резерв | 66 | 56 * |
| Міокард | 68 | 71 |
| Психоемоційний стан | 70 | 57 * |
| Частота серцевих скорочень | 90 | 89 |

Таблиця 1. Результати визначення основних показників, що відображають фізіологічний резерв, при оперативному обстеженні мотострілецького підрозділу

За результатами дослідження виявлена статистично достовірна різниця у показниках Вегетативний резерв та Психоемоційний стан між групами

військовослужбовців старше та молодше 40 років. Ці показники були суттєво вищими у більш молодших військовослужбовців. Всі інші показники, у тому числі ЧСС, в цих групах не розрізнялися.

На другому етапі було обстежено 93 військовослужбовця двох окремих підрозділів бригади (рис. 12).

Рис. 12. Обстеження 93 військовослужбовця двох окремих підрозділів бригади

В ході другого етапу дослідження з представниками інституту кібернетики імені Віктора Глушкова НАН України було вивчено нове локальне програмне забезпечення з подібними та додатковими функціями, корисними для практичної роботи бойових медиків підрозділів та фельдшерів бригади, які опанували відповідний технічни засоби після тривалого інструктажу.

Недоліком запропонованого методу, за потреби ґрунтовного вивчення воїнів частини, залишається потреба додаткового часу та залучення сторонніх фахівців для статистичної обробки результатів.

Всі сценарії моніторингу, який ми здійснювали, значною мірою є різновидом донозологічної діагностики (ДД). Згідно з визначенням, ДД – це обстеження практично здорових осіб з метою виявлення факторів ризику (ФР), латентних та нерозпізнаних випадків захворювань. Іншими словами, під ДД слід розуміти оцінку функціонального стану організму та його адаптаційних

можливостей у період, коли ще відсутні явні ознаки захворювань, та розпізнавання станів, проміжних між нормою та патологією [2].

Результатом ДД є визначення положення кожного обстеженого на шкалі здоров'я – хвороба. Виходячи із положення на цій шкалі, будується прогноз щодо стану здоров'я обстеженого у більш-менш віддаленому майбутньому та робиться висновок про обсяг та характер заходів, необхідних для збереження здоров'я. Ця шкала поділяється на 4 діапазони: норма, напруження адаптації, незадовільна адаптація, зрив адаптації. Як показано вище, подібний поділ використовується в армії США, для оцінки та підтримки психічного здоров'я. Такий поділ зручний для реалізації основної функції ДД - побудові короткострокового прогнозу про те, чи не виникне зрив адаптації у найближчому майбутньому. Іншими словами – чи буде здатна людина виконувати свої службові обов'язки. Фактично, такий прогноз і забезпечує розроблена нами технологія, при цьому фізіологічні якості та психоемоційний стан оцінюються окремо. Про спроможність особового складу в чинних керівних документах ЗСУ.

Висновок: Запропонований метод визначення психологічної та фізіологічної стійкості військовослужбовців частини може бути розглянутий, як зручний інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо спроможності особового складу з точки зору його функціонального стану виконувати бойові завдання за визначеними критеріями фізичної втоми та психологічного виснаження.

Результати дослідження показали високий рівень кореляції значень показника резерву психофізіологічного здоров'я (до 0,05 та до 0.15) з інтегральним показником психологічної стійкості військовослужбовців, якій було визначено за допомогою методів опитування.

Вищезазначений підхід може забезпечити моніторінг та реалізацію бойових систем через моніторінг моральних, психологічних та фізіологічних якостей воїнів спільними зусиллями систем медичного, соціального та гуманітарного забезпечення.

**Висновки за розділом**

1. Проведені дослідження підтверджують можливість оцінки фізіологічної ціни діяльності офіцера в польових умовах за допомогою портативного програмно-апаратного комплексу.

2. Стратифікація офіцерів – учасників командно-штабної гри на основі динаміки КПФС дозволяє індивідуально оцінювати толерантність до фізичного та психоемоційного навантажень, які супроводжують навчальний процес, тобто обсяг фізичних та психічних зусиль, які витрачає даний офіцер на

адаптацію до навчальної діяльності. Віднесення до класу з середньою фізіологічною ціною означає, що організм зміг адаптуватися до навантажень без суттєвих змін фізіологічного стану за рахунок компенсаторних механізмів, організм «заплатив» нормальну (адекватну) фізіологічну ціну за навчання, яка не перевищує його фізіологічні резерви здоров'я.

3. Позитивна динаміка (збільшення КПФС) означає покращення показників, тобто організм не лише зміг адаптуватися до навантажень, але його функціональний стан покращився за рахунок внутрішніх компенсаторних механізмів, організм «заплатив» порівняно малу фізіологічну ціну за навчання, його фізіологічні резерви здатні адаптуватися й до вищих рівнів навантажень. Навпаки, негативна динаміка (суттєве зменшення КПФС) означає погіршення показників, тобто організм все ще зміг адаптуватися до навантажень за рахунок внутрішніх компенсаторних механізмів, але його фізіологічний стан погіршився, організм «заплатив» порівняно високу фізіологічну ціну за навчання, його фізіологічні резервів може виявитися недостатньо при вищих рівнях навантажень.

4. Моніторинг функціонального та психоемоційного стану військовослужбовців дозволить об'єктивно визначати індивідуальну оперативну готовність кожного військовослужбовця до виконання завдань, попереджати критичне перевищення його фізіологічних та функціональних можливостей, а також прогнозувати готовність до участі у тривалих бойових операціях. Запропоновані методи і засоби можуть розглядатися як основний інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо спроможності особового складу з точки зору його функціонального стану виконувати бойові завдання

5. Усереднена групова фізіологічна ціна діяльності у підгрупах офіцерів, що виконують різні функції, може бути різною.

6. Носимі бездротові надмініатюрні електрокардіографічні пристрої у поєднанні с сучасними аналітичними платформами потенційно дають можливість об'єктивно моніторувати важливі фізіологічні параметри безпосередньо під час виконання службових обов'язків різного характеру, отже оперативно і у динаміці оцінювати фізіологічну ціну його діяльності та спроможність з точки зору його функціонального стану.

7. Цінність такого моніторування підвищується у воєнний час, коли психоемоційне навантаження суттєво підвищується.

8. Стратифікація військовослужбовців підрозділу, який проходить інтенсивну підготовку до бойових дій, на основі показника КПФС дозволяє індивідуально оцінювати функціональний стан військовослужбовця, та, відтак, прогонозувати успішність його бойової роботи.

Запропонований метод визначення психофізіологічної стійкості військовослужбовців частини може бути розглянутий, як зручний інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо спроможності особового складу з точки зору його функціонального стану виконувати бойові завдання за визначеними критеріями фізичної втоми та психологічного виснаження.

Результати дослідження показали високий рівень кореляції значень показника резерву психофізіологічного здоров'я (до 0,05 та до 0.15) з інтегральним показником психологічної стійкості військовослужбовців, якій було визначено за допомогою методів опитування.

Вищезазначений підхід може забезпечити моніторинг та реалізацію бойових систем через моніторинг моральних, психологічних та фізіологічних якостей воїнів спільними зусиллями систем медичного, соціального та гуманітарного забезпечення.

**Перелік посилань до розділу**


1. Yurkova Olga Components, criteria and indicators of psychological readiness of tank units soldiers, Scientific Journal of Polonia University Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej PNAP. Vol. 49, № 6, 2021. P. 139-145.
2. Storozhuk N.A. Formuvannia psykholohichnoi hotovnosti molodoho ofitsera Zbroinykh Syl Ukrainy do sluzhbovo-boiovoi diialnosti [Formation of psychological readiness of a young officer of the Armed Forces of Ukraine for military service]: dys.. kand.. psykh. nauk: 19.00.09/ Storozhuk Nataliia Andriivna. Kyiv. 150 s. [in Ukrainian]]
3. С.Максименко (Maksymenko S. D. (2002) Osnovy viiskovoi psykholohii [Fundamentals of military psychology]: navchalnyi posibnyk / S. D. Maksymenko, P. V. Melnyk, B. M. Oleksiienko. Khmelnytskyi : NAPVU. [in Ukrainian] Максименко, 2002: 478)
4. Standard of NATO amedp - 8.6 forward mental healthcare 2019,standard of nato amedp - 8.10 a psychological guide for leaders across the deployment cycle 2019
5. Алещенко В. (2015). Проблемні питання МПЗ застосування військ (сил) в ході АТО / Особливості підготовки і застосування військ (сил) ЗСУ в АТО на Сході України: наук. - практ. сем., 24 лист.2015 р.:тези доп. К.: 30-34.
6. Психологія бою: діяльність командира підрозділу щодо підтримання морально-психологічного стану особового складу в ході бойових дій: навчально-методичний посібник / А.М. Романишин, О.В. Бойко, Д.В. Богородицький та ін.. Львів: НАСВ, 2015. 320с .
7. Гічун В., Кириченко А., Корнацький В., Мясников Г., Найда С., Осьодло В., Стеблюк В., Швець А. (2019). Стрес-асоційовані розлади здоров'я в умовах збройного конфлікту: монографія. Дніпро: 324 с..

8. AMed P-8.10: A Psychological Guide For Leaders Across The Deployment Cycle. Edition A, Version 1. October, 2019. URL: https: //www.coemed.org/files/stanags/03_AMEDP/AmedP 8.10_EDA_V1_E_2565.pdf (dateofappeal: 05.07.2022)
9. Combat and Operational Stress Control PCN 147 000045 80, headquarters, department of the army, FM №4-02.51 (8-51), 240 c.(date of appeal: 05.07.2022)
10. Meredith L., Sherbourne C. Promo tengo pfsychological resilience in the of U.S. URL: http://www.rand.org/publications/permissions. (date ofappeal: 03.05.2022) (in USA).
11. Агаєв Н.А., Дикун В.Г., Стасюк В.В. Особливості організації морально-психологічного супроводу в арміях зарубіжних країн: навч. посіб. Київ: НДЦ ГП ЗС України, 2020. 134 с.
12. Бочаров М., Приймак М. (2016). Досвід використання методик оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу в прогнозуванні морально-психологічного стану військ у бойових умовах / Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ: НУОУ, № 1 (25). С. 15–19. (українською мовою).
13. Чайковський І.А., Будник М.М. Спосіб оцінки фізіологічної ціни психоемоційного чи фізичного навантаження. U 201006184. 25.10.2010.
14. Chaikovsky I. Electrocardiogram scoring beyond the routine analysis: subtle changes matters. Expert Rev Med Devices. 2020 May;17(5):379-382.
15. Chaikovsky I., Primin M., Nedayvoda I., Kazmirchuk A., Frolov Yu., Boreyko M. New metrics to assess the subtle changes of the heart's electromagnetic field, In: Advanced Methods in Biomedical Signal Processing and Analysis, K. Pal, S. Ari, A. Bit, S. Bhattacharyya Eds., Academic Press, Cambridge, USA, 2022, pp.257-310.
16. Chaikovsky I, Krivova O, Kazmirchyk A et al. Assessment of the post-traumatic damage of myocardium in patients with combattraumausing a datamin in ganalysisofan electrocardiogram. 2019 Signal Processing Symposium (SPSympo). Krakow; 2019. p. 34–38.
17. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. // Валеология, диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. СПБ.,Наука, 1993. с. 33-48.
18. Thayer J.F., Lane R.D. A model of neurovisceralintegration in emotion regulation and dysregulation. J Affect Disord. 2000 Dec; 61(3):2016.

# Глава 4. Методика вибору тренажерних засобів, що забезпечують ефективну підготовку військових спеціалістів

## 4.1. **Основні засади**

У наші дні для навчання, формування практичних навичок, які необхідні для ефективного застосування військової техніки з метою якісного виконання бойових завдань широко використовують різноманітні навчально-тренувальні засоби (НТЗ).

НТЗ – це сукупність систем (комплектів), вузлів, агрегатів і приладів, які імітують будову і роботу найбільш важливих приладів, вузлів зразків озброєння і військової техніки. До НТЗ відносять: навчально-тренувальні комплекси, контрольно-тренувальні прилади; тренажери (класні, польові, спеціалізовані, комплексні, індивідуальні); пристрої для навчальних та імітаційних дій, навчальні (навчально-бойові) агрегати, машини і системи озброєння та військової техніки - ОВТ (комплекси); навчальні посібники, технічні засоби навчання (навчальні пристрої, комп'ютери, аудіо- відеоапаратура тощо).

Сьогоднішній етап реформування ЗСУ характеризується нагальною потребою в підвищенні якості бойової підготовки. Для цього в бойовій підготовці мають використовуватись інноваційні, інтенсивні та ефективні форми навчання з використанням НТЗ. Це реалізовано в більшості армій розвинених країн - навчання і тренування на базі тренажерів на протязі 60-80% навчального часу, а польові виходи, бойові стрільби, тактичні заняття і навчання - на протязі 20-40% навчального часу.

Перехід від застосування реальної техніки до тренажерів дозволяє змінити методику навчання, скоротити час навчання, розширити номенклатуру навчальних завдань, відпрацювання яких на реальній техніці є ускладненим чи неможливим у принципі, або є небезпечним для людей чи навколишнього середовища, або економічно недоцільним. Проте, сучасні тренажери, прийняті на озброєння ЗСУ, наприклад комплексний динамічний тренажер екіпажу виробу БМП-2, комплексний тренажер підготовки екіпажів танка Т-64Б (ПЕ-64), не відповідають сучасним вимогам.

Використання форм навчання на базі інтерактивної взаємодії з комп'ютерною програмою, отримання знань в процесі ігор, тренувань, рішення тактичних завдань (функції ігрового навчання) з активним застосуванням 3d графіки (3D e-learning), рольові ігри, в яких військовослужбовці відтворюють ті чи інші реальні ситуації (бойові епізоди) з метою набуття навичок або їх удосконалення (імітаційні ігри), застосування сучасних технологій інтерактивного навчання, технологій, які навчають в ігрової формі, все це дозволяє

забезпечити високу кваліфікацію операторів складних військових систем та комплексів та їх злагоджену дію в складі екіпажів та підрозділів.

Переваги комп'ютерних тренажерів порівняно з натурними: Порівнюючи обидва типи тренажерів, відмітимо, що на сьогодні з'явилась можливість досягнення потрібної якості моделювання (адекватності) як зовнішнього вигляду реальної військової техніки, так і усіх її режимів роботи як в комп'ютерних так і в натурних тренажерах. Вказані переваги комп'ютерних тренажерів розширюють сферу їх застосування як в рамках освітніх стандартів під час підготовки курсантів, так і в системі професійної перепідготовки офіцерів. Але зважаючи на значно нижчу собівартість розробки і експлуатації комп'ютерних тренажерів порівняно з натурними, в підсумку, визначальним є переважний розвиток саме цього типу тренажерів.

## 4.2. **Класифікація тренажерних засобів**

Завданням даного розділу є розробка методики визначення типу тренажерного засобу професійної підготовки (ЗПП) за його функціональним призначенням, для чого необхідно визначити:

– простір вибору, тобто можливу різноманітність застосовуваних в навчальній практиці ЗПП операторів СЛМ;

– принципи та здібності, що їх реалізують, та варіанти за діяння в навчальному процесі як учнів, так і засобів навчання.

Крім того, важливо розібратися в наступних питаннях:

– що має собою являти тренажерний ЗПП, здатний забезпечити той чи інший вид тренування у структурному відношенні;

– чи існує для цього засобу стандартний термін, що однозначно визначає його функціонально-структурну сутність.

Пропонується наступна процедура. Класифікатор інтерпретується ациклічним логічним алгоритмом. Можливість такої інтерпретації розглянута в [1] та ґрунтується на тому, що будь-який класифікатор, як правило, оперує поняттями наступних двох видів:

1) з набором понять, кожне з яких являє собою суттєву характеристику одного або кількох представників систем розглядуваного класу (наприклад, призначення зразка ОВТ, його тип, кількість особового складу розрахунку тощо);

2) з визначенням кожного з понять першого виду, що дозволяє в сукупності охопити всю багатогранність властивостей-характеристик, можливих для розглядуваного класу технічних систем в цілому (наприклад, характеристики «призначення ОВТ»: БТР, гармата, танк тощо).

Метою застосування класифікатора є ідентифікація типу конкретного компонента систем розглядуваного класу, тобто встановлення набору значень кожного із задіяних в класифікації понять першого типу.

В коректному класифікаторі кожен компонент повинен характеризуватися одним або кількома неповторюваними термінами (наприклад, в класифікаторі, що враховує лише призначення зразка ОВТ та його тип, коректним буде визначення «далекобійна гаубиця»).

Однозначність ідентифікації типу компонента повинна забезпечуватися різницею врахованих в стандарті характеристик, а також різницею та скінченністю множини їхніх можливих значень. Тому в кожному конкретно складеному класифікаторі повинні виконуватися наступні умови:

– будь-яка допустима комбінація властивостей-ознак класифікованих об'єктів, що отримана в результаті виділення значень врахованих характеристик цих об'єктів, повинна виявитися результативною, тобто є вичерпною характеристикою одного з представників розглядуваного класу об'єктів за яким однозначно ідентифікується його найменування в термінах стандарту;

– кожний набір-визначення не повинен містити повторюваних термінів;

– будь-яка пара набору ознак повинна розрізнятися хоча б одним з них.

Звернемо увагу на обставину, що сформульовані умови коректності будь-якого класифікатора це не що інше, як перелік умов коректності алгоритму, зведеного до ациклічного вигляду [2, 3, 4]. Звідси, будь-який класифікатор може бути поданий у вигляді логічного ациклічного алгоритму. Дійсно, будь-який класифікатор, що розглядається з позиції алгоритму, можна описати через:

– враховані характеристики та їх значення – вхідні дані класифікації;

– результати класифікації – набори значень врахованих значень об'єктів, сукупність яких по кожному з можливих маршрутів реалізації алгоритму дозволяє однозначно ідентифікувати тип конкретного компоненту;

– допустимі процеси-оператори, що задаються на множині вхідних даних та результатів класифікації;

– мережу, що пов'язує операторів.

Зауважимо, що в кожному конкретному випадку класифікації потрібно уточнювати, що повинні собою являти процеси-оператори. Для цього необхідно розглядати змістовний бік процедури розв'язання задачі у застосуванні до систем розглядуваного класу. Очевидно, що в даному випадку замовник повинен переглянути сукупність характеристик, що використовуються для

формування визначень множини типів систем, та сформувати набір значень цих характеристик, які б задовольняли умови розв'язуваної ним задачі.

*Алгоритм дій замовника*. Фактично замовник повинен відповісти (ствердно чи негативно) на питання щодо кожного значення розглянутих характеристик, всі ці відповіді зафіксувати і за отриманим набором властивостей-ознак системи, які відповідають сукупності, які задовольняють його відповіді, ідентифікувати тип необхідного йому виробу .

Формально алгоритм дій замовника може бути описаний сукупністю логічних операторів, які подаються у вигляді багатоальтернативних логічних перемикачів, які легко привести до послідовності логічних блоків з двома результатами (графічне зображення - ромб), а також сукупністю операторів присвоювання, які приписують шуканому компоненту деяку властивість-ознаку, що є одним із значень врахованих характеристик (графічне зображення - прямокутник).

Множина всіх операторів з урахуванням зв'язків між ними утворює мережу чи класифікаційний алгоритм. Характер зв'язків між елементами цього алгоритму визначається тимчасовим залученням у процедурі прийняття замовником рішення врахованих характеристик.

Класифікаційними ознаками, що використовуються у визначенні тренажера оператора СЛМ (див. розділ 1 науково-технічного звіту за Етап 1 [5]), за якими ідентифікується тип тренажера, є значення-характеристики наступних чотирьох понять:

– оператори СЛМ (суб'єкт навчання) - кого вчити;

– модель СЛМ (об'єкт вивчення) - що вчити або чому навчати,

– методики підготовки - як вчити;

– технічний засіб, що здійснює контроль якості діяльності (кожного) учня.

Особливо відзначимо відсутність в стандартах у визначенні класу тренажерів такого важливого поняття, як спеціальність учня оператора. Зупинимося на цьому моменті докладніше.

Щоб отримати точне тлумачення поняття «спеціальність» оператора СЛМ, необхідно розібратися в тому, як в стандарті розуміється взаємовідношення цього поняття з поняттям «СЛМ». Це тим більше необхідно зробити, оскільки у визначеннях типів тренажера в стандарті застосовуються зовсім різні словосполучення, кожне з яких асоціюється з поняттям «спеціальність» учня оператора.

Так, у визначенні спеціалізованого тренажера говориться про підготовку оператора «з певної спеціальності». У визначенні комплексного тренажера

[5] говориться про ПП одного оператора складної СЛМ «за кількома спеціальностями». У той же час комплексний тренажер розуміємо (див. Варіант 1 визначення) як засіб ПП «для спільної підготовки операторів СЛМ».

Якщо припустити, що в обох варіантах визначення розуміємо одну й ту ж складну СЛМ, то приходимо до висновку, що автори [6] при визначенні комплексного тренажера мали на увазі багатокомпонентну СЛМ, управління якою можуть здійснювати або оператори різних спеціальностей спільно, тобто одночасно (паралельно), або один оператор (послідовно з кожним компонентом), що володіє декількома спеціальностями (гарним прикладом такої СЛМ може бути танк).

Але тоді також справедливим буде висновок, що тут оператори різних спеціальностей управляють функціонально різними компонентами складної СЛМ. Більш того, цілком логічним буде висновок і про те, що колектив операторів однієї СЛМ завжди містить операторів різних спеціальностей. Таким чином, спеціалізація оператора тут безпосередньо пов'язується з цілком визначеним функціональним призначенням техніки, що моделюється тренажером. І поява в подальших визначеннях стандарту поняття «спеціальність» стає доречним, оскільки розробники стандарту неявно виходять з рівноцінності понять «тренажер для ПП операторів різних спеціальностей» і «тренажер, що моделює функціонально різні СЛМ».

Також заслуговує на увагу і наступне словосполучення з наведеного у [5] визначення універсального тренажера - «призначеного для підготовки операторів СЛМ до виконання ідентичних результуючих дій у різних СЛМ». Якщо припустити, що тут під ідентичністю розуміється не моторика дій оператора, а сутність завдань або функцій, для реалізації яких призначені системи, що вивчаються, і на вирішення яких саме і спрямована профпідготовка операторів цих СЛМ, то приходимо до висновку, що універсальний тренажер призначений для ПП операторів СЛМ різних типів або модифікацій одного типу СЛМ, але обов'язково – одного функціонального призначення.

Повернемося до розгляду питання про можливу кількість типів тренажерів та їх можливих найменувань на основі вихідної інформації, що міститься у визначенні класу тренажерів.

Поняття «оператор СЛМ» в принципі може означати, що ми маємо справу з одним з наступних типів суб'єктів навчання:

– одним оператором однієї спеціальності (далі - оператор СЛМ);

– декількома операторами однієї спеціальності (далі - клас операторів);

– декількома операторами різних спеціальностей (далі - колектив операторів СЛМ);

– декількома колективами операторів різних спеціальностей.

Поняття «модель СЛМ» (об'єкт вивчення) припускає, що або в тренажері моделюється конкретна модифікація СЛМ (вузька спеціалізація тренажера), або тренажер орієнтований на типову модель СЛМ даного функціонального призначення (розширена спеціалізація тренажера), або тренажер повинен містити моделі СЛМ різних типів, але одного функціонального призначення (універсальний тренажер).

Тренажер, що моделює СЛМ різного функціонального призначення, тобто різних видів ЗСУ (танк, літак, корабель), будемо називати уніфікований тренажер. Звичайно, такий тренажер, що включає напівнатурні чи натурні імітатори на окремих РМО, є досить громіздким і вартісним. Тому найбільш доцільно створювати уніфіковані комп'ютерні тренажери, в яких апаратна частина не залежить від спеціалізації тренажеру, а імітатори окремих РМО виконані у вигляді АРМів, які включають ПК, спеціалізоване прикладне ПЗ та, за потреби, інші допоміжні ТЗН.

Поняття «методика підготовки» (як навчати?) Може включати в себе безліч найрізноманітніших аспектів, що так чи і інакше відносяться до організації професійного навчання операторів СЛМ. Видається, що найбільш доцільно це поняття співвідносити з типами суб'єктів навчання, визначеними вище. Чи, більш конкретно, важливо усвідомити, яким чином розглянуті вище типи суб'єктів навчання, виділені з контингенту учнів, що одночасно знаходяться в тому чи іншому центрі професійної підготовки операторів технічних систем, можуть бути включені в навчальний процес із застосуванням тренажерів.

Цілком очевидно, що все різноманіття варіантів зводиться до комбінування наступних можливостей:

– індивідуальне (одночасне або послідовне) навчання кожного члена даного контингенту;

– одночасне навчання операторів тільки однієї спеціальності;

– спільне навчання операторів систем будь-якої складності.

З поняттям «контроль якості діяльності учня» традиційно пов'язують наявність людини (інструктора або керівника навчання) та спеціального технічного засобу (комплексу засобів), що дозволяє здійснювати не тільки контроль діяльності учня, але і керування цією діяльністю (ходом тренування). У тренажерах таким засобом є пульт керівника навчання (ПКН). Передбачається, що ПКН повинен бути невід'ємною приналежністю всякого тренажера.

Але, тим не менш, задамося питанням, а чи можливий технічний засіб ПП оператора СЛМ, в якому ПКН відсутній. Практика показує, що такі ЗПП можуть і замовлятися і створюватися. Далі ці ЗПП ми називатимемо [7, 8]

імітаторами СЛМ. Зокрема, якщо тренажер створюється для ПП колективу операторів якоїсь багатокомпонентної СЛМ, то моделі СЛМ, що складають робочі місця членів цього колективу операторів, є не що інше, як імітатори відповідних СЛМ, що замикаються (всі разом) на ПКН тренажера, який моделює систему в цілому.

Більше того, у разі необхідності залучення оператора (колективу операторів) якоїсь СЛМ у відпрацювання задач, покладених на СЛМ більш високого рівня структурної ієрархії (наприклад, на тактичний підрозділ), то ЗПП оператора (операторів) можуть замовлятися як з ПКН (тоді ЗПП, симулянт, є тренажером), так і без ПКН (тоді ЗПП, симулянт, - імітатор).

ЗПП без ПКН, моделює функціонування апаратури, що складає робоче місце конкретного оператора, дозволяють йому самостійно, тобто без керівника навчання, відпрацьовувати і закріплювати не тільки моторні навички (неавтоматизовані ЗПП), але й експлуатаційні процедури вирішення завдань, покладені на цю апаратуру (автоматизовані ЗПП).

В автоматизованих ЗПП (з ПКН і без ПКН) ефективно реалізуються не тільки функції контролю правильності дій учня оператора, а й функції управління ходом відпрацювання навчальної задачі і навіть підсумкова оцінка успішності її відпрацювання. Це означає, що можливе використання сучасних ЗПП для організації самоосвіти (самопідготовка) операторів СЛМ.

Повертаючись до поняття «контроль якості діяльності учня» як до обов'язкової істотної властивості тренажера оператора СЛМ, ми, в світлі викладеного вище, під альтернативним ЗПП будемо розуміти не ЗПП, в якому відсутній контроль якості діяльності учня, а ЗПП, яке дозволяє проводити тренування оператора без інструментальної участі керівника навчання, тобто без ПКН.

Отже, значеннями істотних понять визначення тренажерів оператора СЛМ ми тепер можемо вважати:

*для суб'єкта навчання:*

– одного оператора і його спеціальність;

– групу операторів однієї спеціальності;

– колектив операторів однієї СЛМ (різних спеціальностей);

– групу колективів операторів різних СЛМ;

*для моделі СЛМ:*

– модель конкретної модифікації СЛМ даного виду і функціонального призначення;

– типову модель СЛМ даного виду та функціонального призначення;

– моделі СЛМ заданих типів, але одного функціонального призначення;

*для методик підготовки:*

– індивідуальне (одночасне або послідовне) навчання кожного члена даного контингенту;

– одночасне навчання групи операторів однієї спеціальності;

– автономне (спільне) навчання колективу однієї СЛМ;

– спільне навчання колективів операторів різних СЛМ;

*для методу контролю:*

– навчання за участю керівника навчання (з керівником);

– самопідготовку (без керівника).

Класифікаційний алгоритм, складений на основі отриманих результатів аналізу визначення тренажера по [6], представлений на рис. 1.

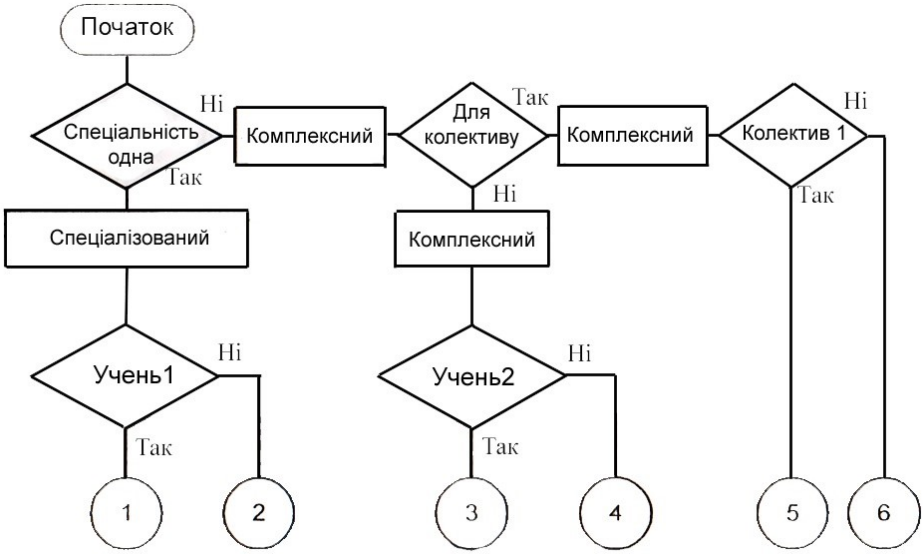



Рис. 1, а. Загальний алгоритм визначення типу тренажера для ПП операторів СЛМ

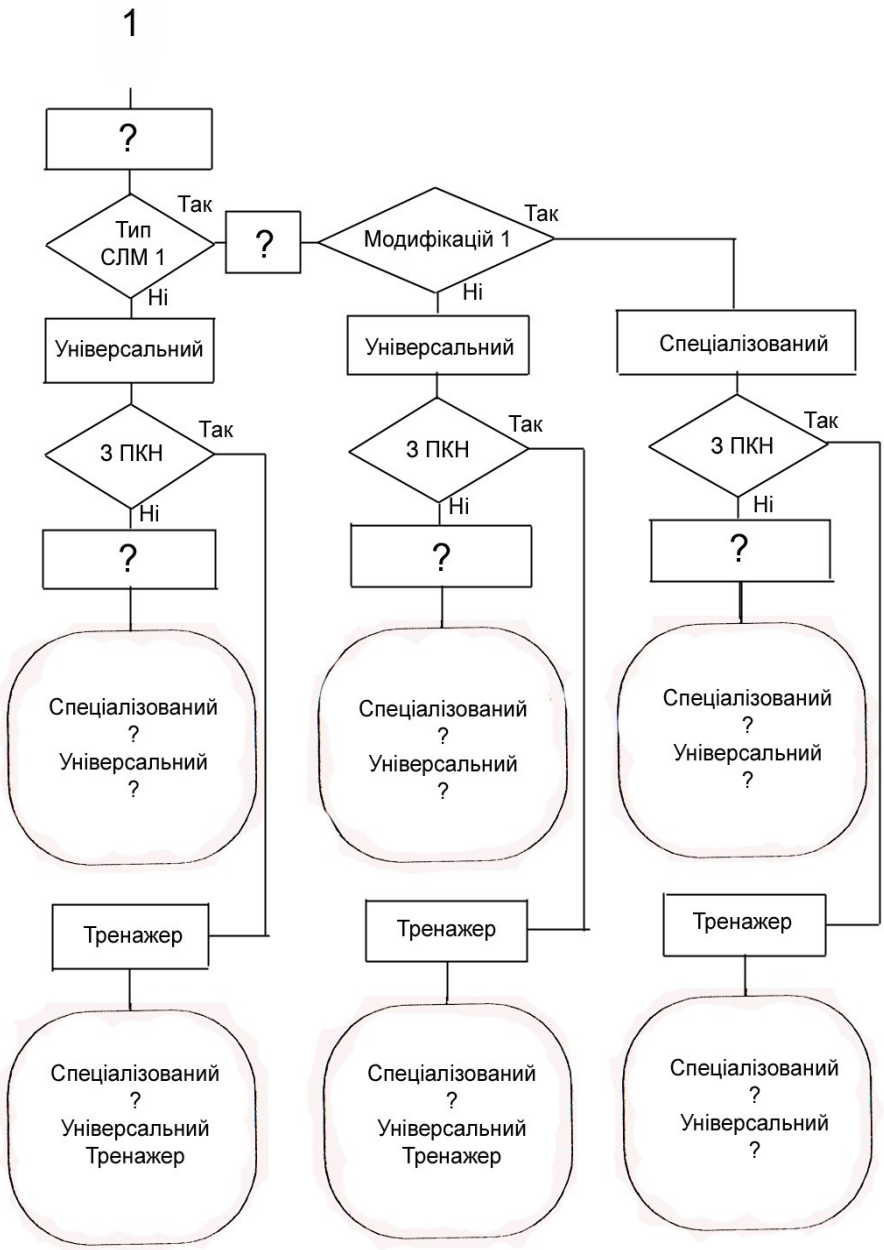



Рис. 1, б. Можливі типи тренажерів для ПП одного оператора однієї спеціальності

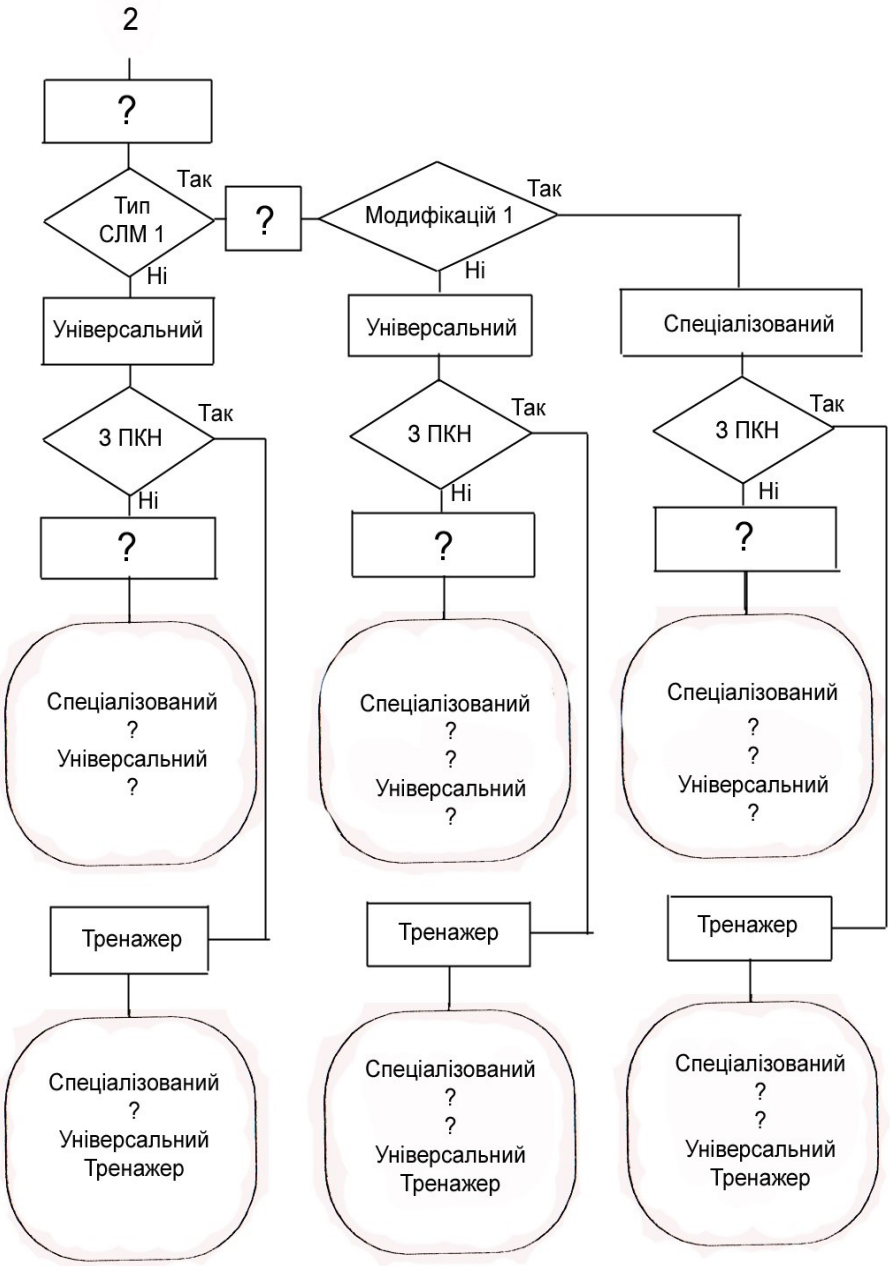



Рис. 1, в. Можливі типи тренажерів для ПП кількох операторів однієї спеціальності

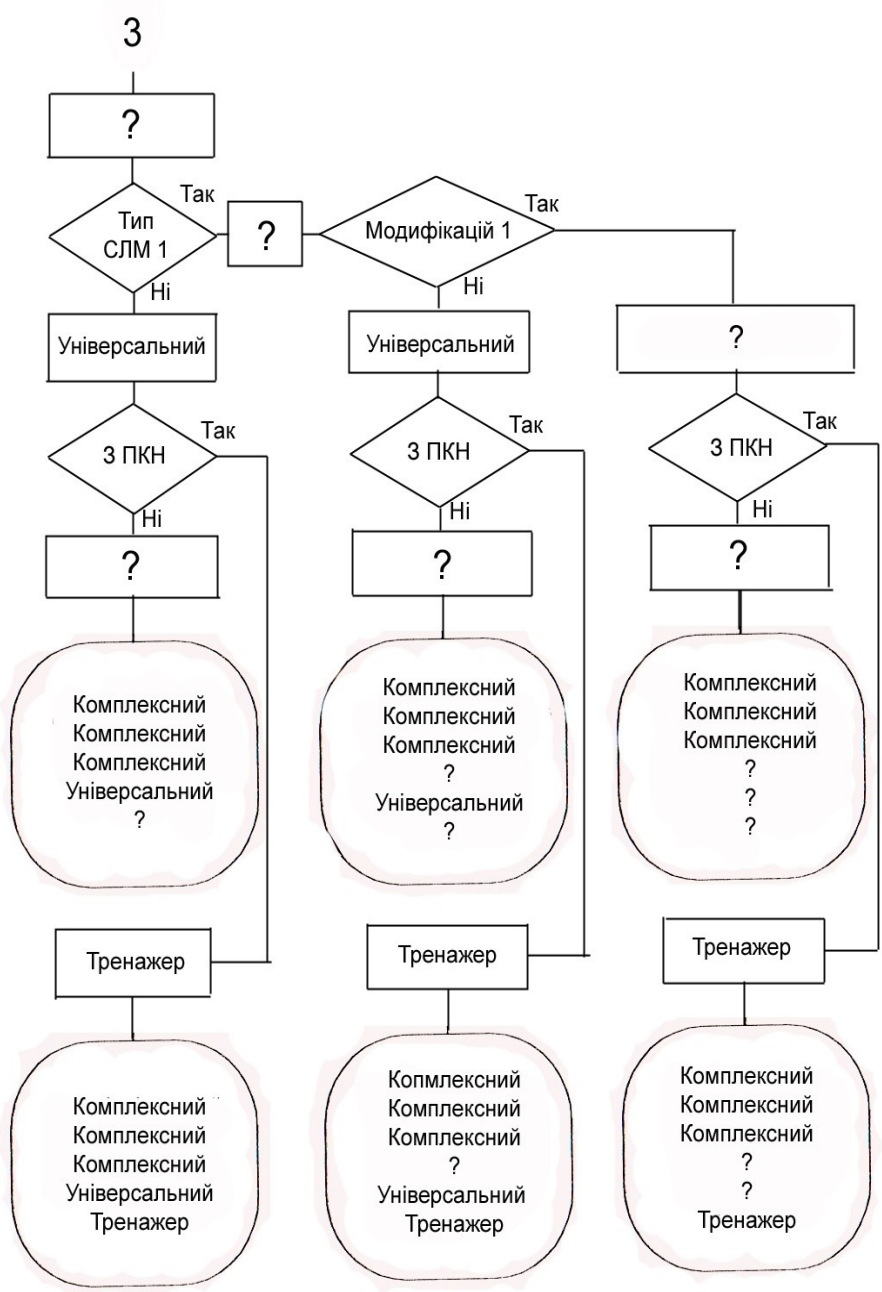



Рис. 1, г. Можливі типи тренажерів для ПП одного оператора кількох спеціальностей.

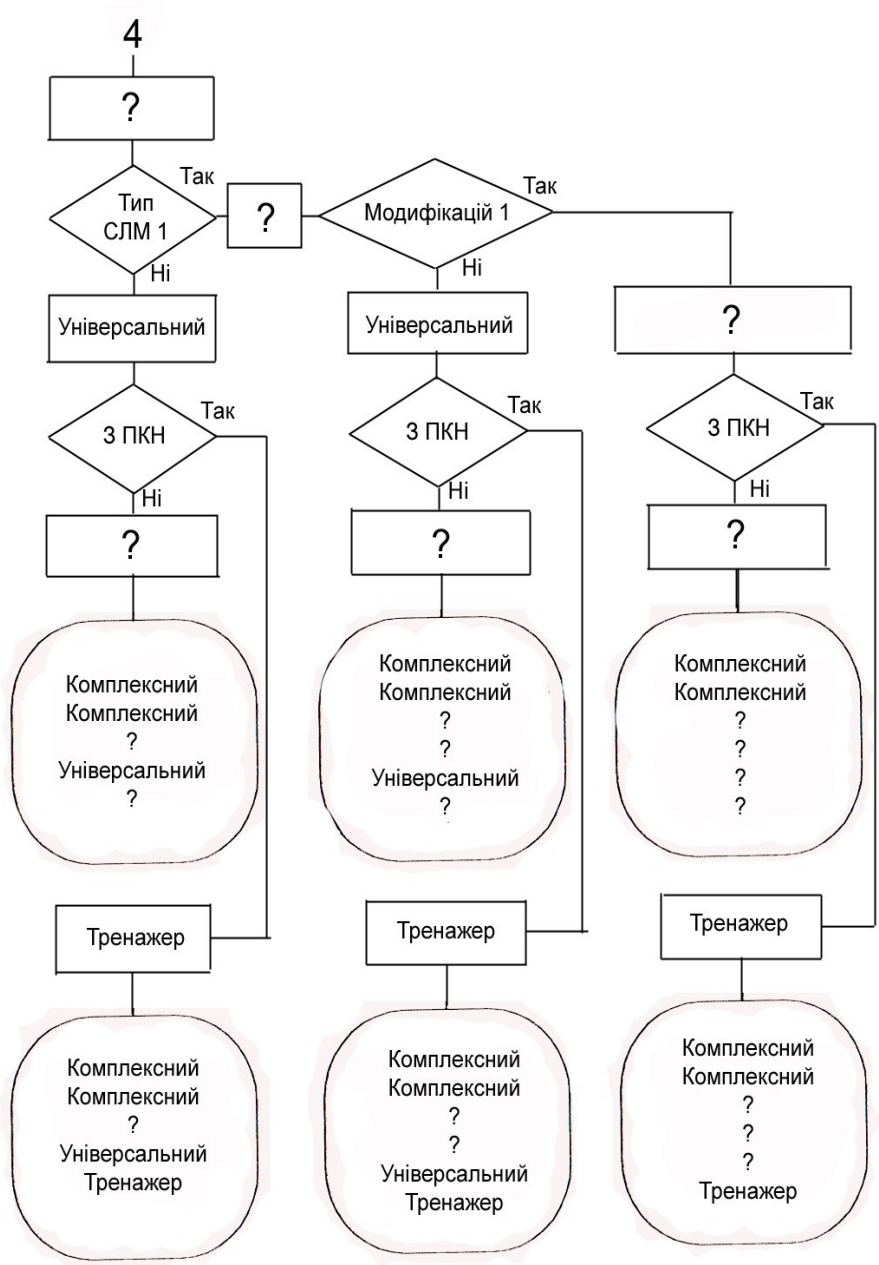



Рис. 1, д. Можливі типи тренажерів для ПП кількох операторів кількох спеціальностей.

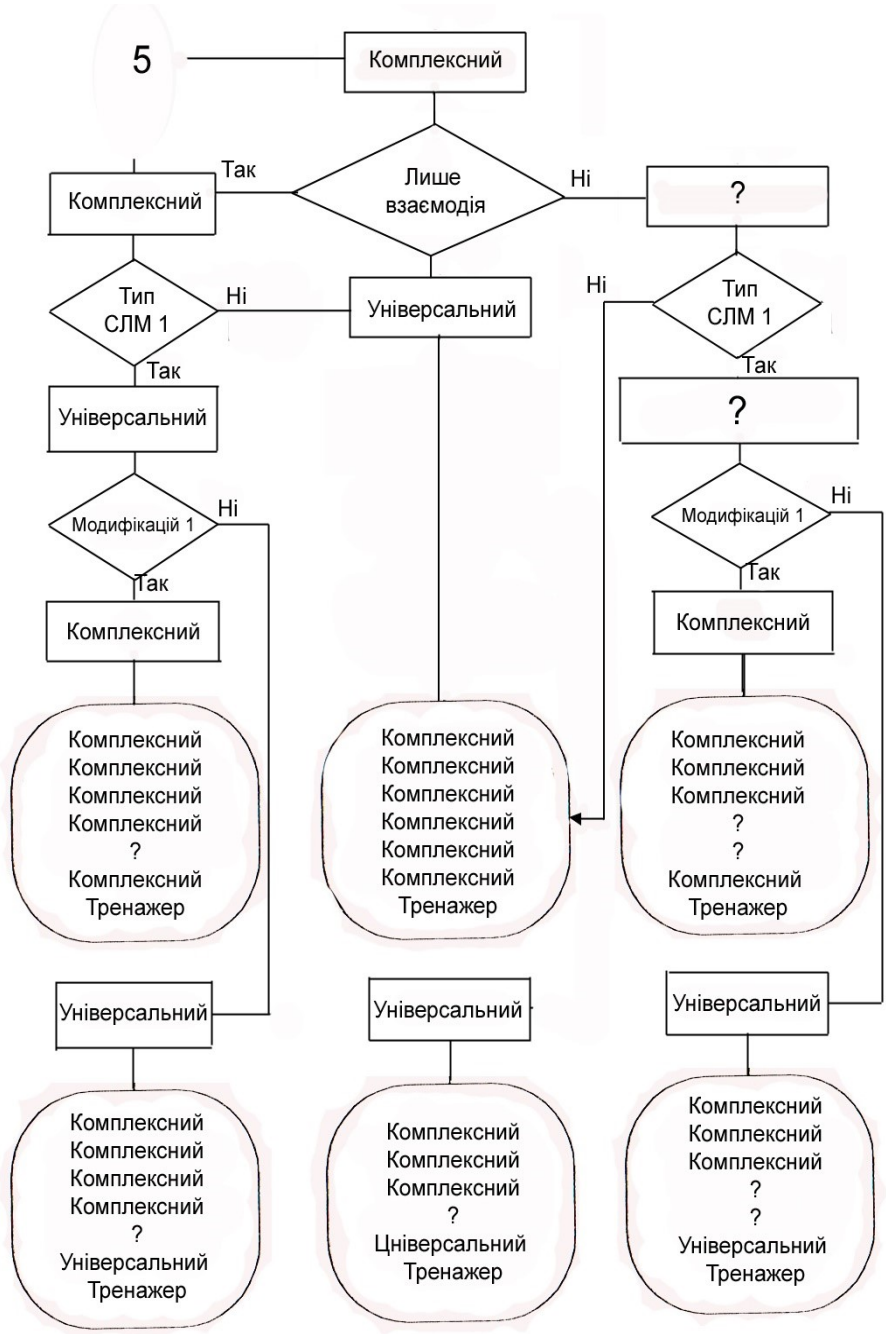



Рис. 1, є. Можливі типи тренажерів для ПП колективу операторів.

Рис. 1, ж. Можливі типи тренажерів для ПП кількох колективів операторів.

Для більшої наочності алгоритм доповнений ще одним типом оператора (графічне зображення - овал) - фінальним оператором присвоювання, що об'єднує всі властивості-ознаки тренажера по кожному з маршрутів реалізації алгоритму.

Що показує аналіз [6] за допомогою цього алгоритму?

Відзначимо основні моменти:

– використовуваний у визначеннях набір класифікаційних ознак дозволяє розрізняти не 5, а 32. функціонально різних типи тренажерів;

– жодне з цих 32 визначень не відповідає умові класифікаційній коректності;

– в більшості випадків фінальні визначення типу тренажера містять повторювані ознаки тренажера;

– алгоритм виявляє функціонально різні тренажери з повністю співпадаючими фінальними визначеннями їх типів;

– найменування переважної більшості отриманих типів тренажера оператору СЛМ не містять характеристичних ознак, що відображають функціональні особливості типу тренажера.

Отже, наведена класифікація тренажерів забезпечує однозначну, та головне, практично застосовну ідентифікацію типу тренажера (у функціональному сенсі) за його характеристиками, і навпаки – за типом тренажера – визначити притаманні йому характеристики. Правильне рішення цієї задачі є актуальним, при цьому результати класифікації повинні бути не тільки коректними, але й інваріантними до спеціалізації та рівня операторів, які на них навчаються, а також до області застосування, функціонального призначення і особливостей функціонування ОВТ, що моделюється.

## 4.3. **Планування навчального процесу**

Центральним питанням планування навчального процесу щодо контингенту учнів є визначення принципів і способів, з допомогою яких їх реалізують, і варіантів за діяння як учнів, так і навчальних ресурсів (у нашому випадку це - тренажерні ЗПП). Які чинники тут повинні прийматися до уваги? Що може служити критерієм правильності вибору виду тренування для конкретного суб'єкта навчання (оператора або колективу) або критерієм функціональної достатності (повноти) набору різних видів тренувань? Щодо цього існують найрізноманітніші погляди і підходи. Ми ж при плануванні тренування будемо керуватися положеннями (принципами), що природно впливають з вищевикладеного матеріалу, а саме:

1. Повноцінною можна вважати таку професійну підготовку колективу операторів СЛМ, в рамках якої для кожного його члена забезпечена можливість реалізації всіх функцій, що відображають характер його професійної діяльності в реальних умовах.

2. У загальному випадку оператор може брати участь у трьох видах тренування, де автономне тренування повинне бути орієнтоване головним чином на відпрацювання завдань, що визначають зміст його професійної діяльності

– основний вид тренування, а два види групового тренування – головним чином на відпрацювання питань міжрівневої взаємодії.

3. Під час планування автономного тренування операторів необхідно враховувати можливості ЗПП-тренажера, що входить до його здатності забезпечувати проведення одночасного тренування багатьох операторів однієї спеціальності – класу. При цьому унікальні дидактичні можливості тренажера як навчального засобу дозволяють реалізувати як індивідуальну (функція А), так і колективну (функції А і Б, А і В) форми здійснення учнем своєї реальної професійної діяльності, зберігаючи при цьому всі переваги індивідуального навчання.

4. Варіант організації тренування конкретного суб'єкта навчання повинен забезпечувати високу навчально-економічну ефективність застосування даного тренажера (комплексу тренажерів) у навчальному процесі.

5. Максимальна навчальна (за критерієм повноти відпрацьовуваних психологічно обов'язкових елементів діяльності) та методична (за критерієм швидкості досягнення кінцевих цілей навчання) ефективність навчання досягається при автономному тренуванні оператора (індивідуальне навчання).

6. Проведення спільного тренування доцільне перш за все для колективів першого рівня і тільки в тому випадку, коли вирішальним фактором успішності вирішення завдання, поставленого перед колективом в цілому, є не стільки сам факт виконання кожним оператором своїх функцій, скільки функціонально-часова узгодженість дій операторів, обумовлена специфікою області застосування системи. Цю умову можна використовувати як необхідну умову доцільності спільного тренування деяких суб'єктів навчання.

7. Достатньою умовою доцільності спільного тренування є збалансованість тимчасового і динамічного навантаження всіх учасників спільного тренування, включаючи і керівника навчання. Зауважимо, що принцип збалансованості навантаження може бути використаний також і при оцінці методичної ефективності спільного тренування, тобто під час оцінки ефективності складання плану конкретного тренування на вже наявному тренажері.

8. Організація спільного тренування, в якому одночасно беруть участь оператори більше 2 ієрархічних рівнів, в переважній більшості випадків недоцільна, по-перше, через практичну неможливість дотримання принципу збалансованості навантаження всіх учасників тренування і, по-друге, через міркування суто економічного характеру.

Орієнтованість кожного з наведених варіантів організації тренування на тип відпрацьовуваних операторських функцій і фазу взаємодії «оператор - машина» наведена в табл. 1.

Табл. 1. Орієнтованість варіанту тренування

| Варіант орієнтації тренування | Орієнтованість тренування | |
|---|---|---|
| Автономне тренування операторів нульового рівня | на тип операторської діяльності | на фази взаємодії «людина-машина» |
| Автономне тренування операторів нульового рівня | А, В | Для всіх семи фаз |
| Автономне тренування операторів рівня $k \geq 1$ | А,В; А,Б; А,Б,В | Для фаз 7 та 5 |
| Спільне тренування операторів суміжних рівнів | Б,А; В,А | |

Підводячи підсумки вищевикладеного, можна стверджувати, що повноту (у функціональному сенсі) професійної підготовки багаторівневого колективу операторів з надлишком забезпечує наступна сукупність варіантів організації тренування:

– автономне тренування операторів нульового ієрархічного рівня;

– автономне тренування операторів-керівників ($k > 1$);

– спільне тренування (відпрацювання міжрівневої взаємодії) операторів будь-яких двох суміжних ієрархічних рівнів.

## 4.4. **Рекомендації для підготовки ТЗ**

Отже, така сама основна інформація повинна бути присутня в ТЗ під час визначення типу тренажерного ЗПП. У зв'язку з зазначеним, для чіткого уявлення про функціонального призначення тренажерного ЗПП та особливостей його структурної будови (ступеня складності) необхідно:

1) чітко вказати тип моделі СЛМ – моделюється конкретна модифікація СЛМ, тип СЛМ або вид СЛМ;
2) вказати варіант (варіанти) організації тренування, який даний ЗПП повинен забезпечувати;
3) чітко вказати, який компонент класу «тренажери» мають на увазі – імітатор, тренажер тощо;
4) чітко вказати орієнтованість ЗПП на суб'єкт навчання із врахуванням його штатного місця в організаційній структурі колективу операторів, що експлуатують СЛМ, яка моделюється.

Перша вимога дає чітке уявлення про функції СЛМ, що моделюються, та сутність пультового обладнання робочих місць учнів.

Друга і третя вимога – досить повне уявлення не лише про функціональне призначення навчального засобу (за видами тренування, які вони забезпечують), але й від необхідної для реалізації цих функцій структури ЗПП – імітатор, тренажер тощо.

Четверта вимога визначає орієнтованість учбових задач, обробку яких повинна забезпечувати ЗПП, на конкретного члена колективу операторів СЛМ, що моделюється.

Це – перелік вимог, наведений у найзагальнішому вигляді. Розробка ж методики визначення типу ЗПП вимагає введення набору таких класифікаційних ознак, щоб кожне з можливих значень кожної з цих ознак вказувало б на однозначно визначені властивості ЗПП, що стосуються його функціонально-структурної сутності.

В якості класифікаційних ознак та їх можливих значень розглядаються:

***Для ЗПП, що орієнтовані на <u>індивідуальну</u> професвіту операторів СЛМ:***

1. Спеціалізація ЗПП по відношенню до модельованої СЛМ.

Можливими значеннями цієї ознаки є:

– Спеціалізований ЗПП, що моделює конкретну модифікацію СЛМ даного типу та виду;

– Типовий ЗПП, що моделює властивості, які притаманні будь-якій модифікації СЛМ даного типу та виду;

– Універсальний ЗПП, що моделює властивості, притаманні всьому видові СЛМ.

– Уніфікований ЗПП, що моделює властивості, притаманні декільком видам СЛМ.

2. Орієнтованість ЗПП на тип об'єкта навчання – оператор СЛМ чи групу (клас) операторів однакової СЛМ. Можливими значеннями цієї ознаки є:

– Індивідуальний одномісний ЗПП;

– Індивідуальний багатомісний ЗПП.

3. Орієнтованість ЗПП на тип оброблюваних операторських функцій, що відображають характер трудової діяльності учня в реальних умовах – індивідуальний чи колективний. Можливими значеннями цієї ознаки є :

– Однофункціональний ЗПП, тобто ЗПП орієнтований на відпрацювання лише функції А;

– Багатофункціональний ЗПП, орієнтований на відпрацювання функцій А, Б, В.

4. Який тип структурної одиниці класу систем, названі «тренажерами», являє собою ЗПП. Значення цієї ознаки випливає з типу організації навчання на даному ЗПП – самоосвіта або ж навчання, що потребує введення в структуру ЗПП такого елемента, як пульт керівника навчання (ПКН). Цими значеннями є:

– імітатор СЛМ (ЗПП без ПРО);

– тренажер СЛМ (ЗПП з ПКН).

Уточнення класифікаційних ознак та їх значень, характеризує ЗПП, орієнтоване на професійне навчання колективу операторів СЛМ, можливо тільки на основі точної інформації про організаційну структуру колективу та функціональні обов'язки кожного його елементу і процесу спільного управління складною СЛМ. Насамперед має бути уточнене питання щодо ознаки, що відображає можливість застосування автономного тренування елементів організаційної структури розглядуваного колективу - колективів та / або операторів. Значеннями цієї ознаки є:

*по «ні»:*

– комплексний імітатор СЛМ, якщо ЗПП призначений лише для забезпечення участі колективу в тренуванні виду «навчання вгору»;

– комплексний тренажер СЛМ, якщо ЗПП орієнтований на відпрацювання тренування видів «навчання вниз» (для колективів рівня $k \geq 1$) або «груповий вниз» (для колективів оператором першого рівня).

Кожен з цих двох ЗПП може бути:

– спеціалізованим;

– типовим;

– універсальним;

– уніфікованим;

*по «так»:*

– тренажерний комплекс, якщо ЗПП включає до свого складу моделі структурних елементів СЛМ, модельованого ЗПП в цілому, де кожна з цих моделей здатна забезпечувати автономне тренування суб'єкта навчання колективу та / або оператора, що її експлуатує;

– тренажерна система, якщо ЗПП за своєю функціональною сутністю є тренажерним комплексом, в якому реалізовано принцип колективного користувача технічними н програмними засобами ЗПП;

– тренажерна мережа, якщо ЗПП за своєю сутністю є тренажерним комплексом, до якого входять ЗПП рознесені територіально.

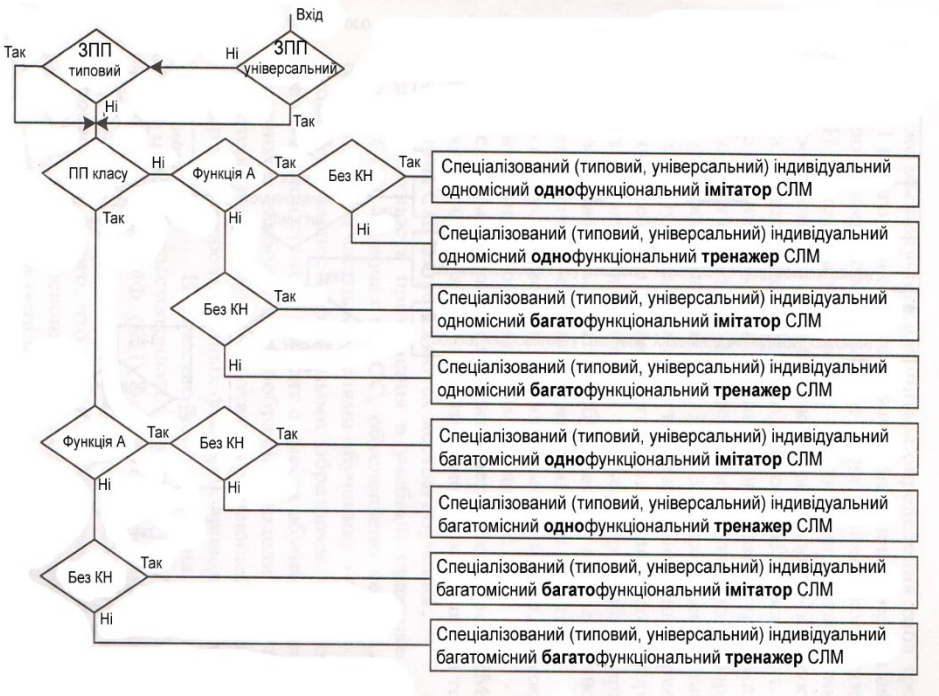



Рис. 2 Методика визначення тренажерного ЗПП для індивідуального навчання оператора СЛМ.

Важливо відзначити, що спеціалізацію тренажерних СПП на рівні комплексу, системи та мережі відносно модельованих ними СЛМ визначати неправомірно, так як кожна компонента може мати свій тип моделі СЛМ.

Методика вибору замовником необхідного типу тренажерного ЗПП представлена у вигляді одного з класифікаційних алгоритмів (рис. 2 або рис. 3).

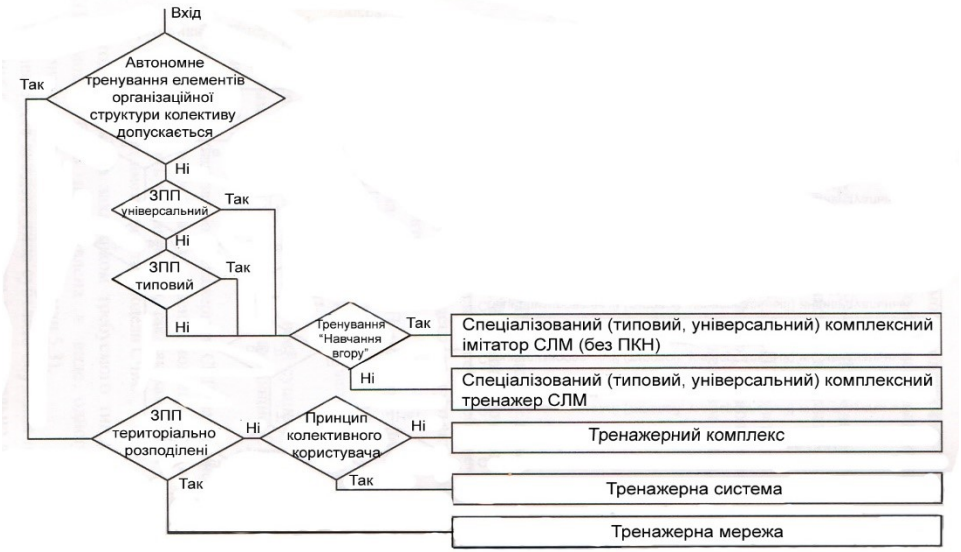



Рис. 3 Методика визначення тренажерного ЗПП для навчання колективу операторів СЛМ

**Висновки за розділом**

В якості місць навчання спеціаліста Сухопутних військ розглянемо ВНЗ, навчальний центр (НЦ), місце базування військової частини (База) і зразок ОВТ (Борт). При цьому ВНЗ забезпечує базову професійну підготовку за фахом, а в інших місцях навчання спеціалісту необхідно придбання (відновлення) професійних навичок з експлуатації та застосування зразків ОВТ цілком конкретної модифікації [9].

На рис. 2-3 наведено алгоритми визначення типу тренажерного ЗПП за його функціональним призначенням як для автономного тренування оператора СЛМ, так і для тренування колективу операторів. Тепер вже можна відповісти на питання про те, що собою має представляти в структурному відношенні тренажерний засіб, здатний забезпечити реалізацію того чи іншого виду, а також варіанти організації тренування.

Однак слід зазначити, що цей вибір не завжди може виявитися оптимальним з наступних причин:

– в наведених таблицях не враховується тип моделі РМО;

– доцільність, а часто і можливість розміщення того чи іншого типу ЗПП визначаються місцем навчання;

– доцільність застосування в навчальній практиці того чи іншого ЗПП, включаючи й АНС, зумовлено не тільки місцем навчання, а й конкретними цілями навчання;

– укомплектованість реальними зразками ОВТ в значній мірі залежить від місця навчання, що може зробити вирішальний вплив на вибір замовником найбільш доцільної моделі РМО (наприклад, відеотермінальних).

**Перелік посилань до розділу**


1. Шибанов Г.П. Количесвенная оценка деятельности человека в системах человек-техника. – М.: Машиностроение. – 1983.
2. Зеленин В.М. Электронные тренажеры. – М.: Знание, 1986. – 251 с.
3. Тренажерные системы / [В.Е.Шукшунов, Ю.А.Бакулов, В.Н Григоренко и др.]. – М.: Машиностроение, 1981. – 256 с.
4. Дубинский Л.П.Оценка эффективности тренажёров / Дубинский Л.П., Олейник В.И. и др. // Вопросы судостроения. Вып. 32. – 1978. – С.14-18.
5. Розроблення уніфікованого тренажерного комплексу підготовки військових спеціалістів. Етап 1 (проміжний) / Будник М.М., Вербний М.С. та ін./ Звіт про наук.-техн. роботу №ДЗ/41-2015, № ДР 0115U001953, НВП «Метекол»: Ніжин. – 195 с.
6. ГОСТ 26387-84 Система «человек-машина». Термины и определения. Межгосударственный стандарт. – Госстандарт СССР: Москва. – 1984, 5 с.
7. Айзинов С.Д. Теоретические и методические основы создания экспертной системы по оценке эффективности морских тренажеров (на примере тренажеров ГМССБ) : дис. … канд. техн. наук: 05.12.13 / Айзинов Сергей Дмитриевич. – СПб., 2007. – 168 с.
8. Гавалюх О.С. Обґрунтування рекомендацій щодо підвищення навченості спеціалістів зв’язку ВМС ЗС України за рахунок удосконалення процесу бойової підготовки із застосуванням навчально-тренувальних засобів на базі ПЕОМ: дис. … канд. військ. наук: 20.01.05 / Гавалюх Олег Степанович. – К., 2012. – 143 с. УДК 621.372; 616.12-073.7
9. Дробан О.М. Методика оцінки ефективності навчально-тренувальних комплексів для підготовки фахівців Сухопутних військ ЗС України : дис. канд. військ. наук: 20.02.14 / Дробан Олексій Миколайович. – К., 2006. – 182с.

# Глава 5. Інноваційний портативний електрокардіографічно-фотометричний програмно-апаратний комплекс: нові діагностичні можливості в різних галузях військової медицини та підготовки військовослужбовців

В останні роки технології електрокардіографії та технології, засновані на принципах фотометричного аналізу стану судин набули подальшого бурхливого розвитку. Одним з досягнень останнього часу є розробка та широке впровадження портативних цифрових електрокардіографічних та фотометричних програмно-апаратних комплексів [1]. Розробка таких комплексів відкриває нові сфери застосування, в тому числі робить доцільним їх використання в військовій медицині взагалі, та, зокрема, в польових умовах.

На протязі останніх років в Інституті кібернетики НАН України в співдружності з НВМКЦ "ГВКГ" розроблено декілька модифікацій зазначених програмно-апаратних комплексів програмне забезпечення якого вирішує 3 основних завдання: а) забезпечення донозологічної діагностики, тобто надання оцінки фізіологічного потенціалу (резерву), який буде використаний організмом на адаптаційні реакції; б) діагностика захворювань серця та судин у пацієнтів та визначення ризику виникнення ускладнень їх перебігу у майбутньому; в) оцінка важкості стану хворих, які потребують невідкладної допомоги.

## 5.1. **Структура програмного забезпечення для інтерпретації даних програмно-апаратного комплексу**

А) **Блок донозологічної діагностики.**

Донозологічна діагностика (скринінг) - обстеження практично здорових осіб з метою виявлення факторів ризику, латентних або нерозпізнаних випадків захворювань. Тобто оцінка функціонального стану організму і його адаптаційних можливостей у період, коли ще відсутні явні ознаки захворювання; розпізнавання станів, проміжних між нормою і патологією. Ключовим для донозологічної діагностики є поняття функціонального стану. Існує багато визначень цього поняття. Нам найбільш вдалим здається наступне: функціональний стан організму - це інтегральна характеристика стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути витрачений на адаптацію [2].

Результатом донозологічної діагностики є визначення «місця» кожного обстеженого за шкалою «здоров'я - хвороба». Виходячи з положення на цій шкалі, формується висновок щодо функціонального резерву обстеженого, про обсяг і характер заходів, необхідних для збереження здоров'я. А сутність

такого погляду полягає в розробці короткострокового прогнозу про те, чи не виникне маніфестація хвороби безпосередньо під час виконання службових обов'язків.

Нами пропонується концепція багатостороннього аналізу електрокардіограми (ЕКГ) та пульсової хвилі для донозологічної діагностики з метою отримання багатосторонньої та повної фізіологічно важливої інформації. [3]. Ця інформація на нашу думку складається з 6-ти блоків:

1) ***Аналіз варіабельності ритму серця***

Варіабельність ритму серця (ВСР) відображає роботу механізмів регуляції цілісного організму. Безперечною є зв'язок між вегетативною нервовою системою і смертністю від серцево-судинних захворювань, включаючи раптову смерть. Це обстеження активно використовується у функціональній діагностиці , так як показник ВСР дозволяє дати загальну оцінку стану пацієнта, оскільки відображає життєво важливі показники управління фізіологічними функціями організму. Перебування на театрі бойових дій являє собою стресдію, фізіологічну основу якої складають процеси адаптації та компенсації. Система кровообігу військовослужбовця є індикатором пристосувально-адаптивної діяльності організму в умовах бойових дій. Отже, аналіз варіабельності ритму серця військовослужбовців є відображенням нейро-вегетативно-гормонального та метаболічного гомеостазу у процесі адаптації організму.

2) ***Аналіз амплітудно-часових показників ЕКГ***

Власне ЕКГ (тобто графічне представлення різниці потенціалів виникають в результаті роботи серця і проводяться на поверхню тіла) відображає стан м'яза серця (наявність гострого або хронічного пошкодження), а також провідної системи серця. Ступінь відповідності амплітудно-часових показників ЕКГ нормі безсумнівно є мірою функціонального резерву організму.

**3)** ***Аналіз порушень ритму серця***

Порушенням серцевого ритму називається патологічний стан, при якому відбуваються порушення частоти, ритмічності і послідовності збудження і скорочення серця. Наявність загрозливих шлуночкових аритмій є сильним предиктором «аритмичної » смерті. Менш небезпечні аритмії також свідчать про зниження функціонального резерву.

4) ***Аналіз психоемоційного стану за даними ВРС.***

В останні роки виявлено, що є надійний зв'язок між деякими особливостями варіабельности ритму серця, у першу чергу спектральними характеристиками, та психоемоційним статусом [4, 5]. Розроблена модель так званої нервово-вісцеральної інтеграції (The Model of Neurovisceral Integration). Цей факт дав змогу створити програму кількісної оцінки псіхоемоційного стану

за даними електрокардіограми та включити цей аспект у її багатосторонній аналіз.

5) ***Контурний аналіз пульсової хвилі.***

Визначення еластичності артерій також має важливе значення для оцінки серцево-судинного ризику та функціонального резерву [6]. Найбільш доступним методом для оцінки артеріальної еластичності є аналіз форми периферичної пульсової хвилі, яка реєструється за допомогою фотоплетизмографічного сенсору. Основним кількісним індексом, що відображає ступінь жорсткості артерій є індекс аугментації (виражений у процентах), який визначається як різниця тиску між першим раннім піком (систолічним) та другим пізнім (який з'являється внаслідок відображення першої пульсової хвилі) систолічним піком, поділена на пульсовий тиск.

6) ***Визначення ендотеліальної дисфункції методом оклюзійної плетизмографії.***

В останні роки публікується багато експериментальних і клінічних робіт, присвячених ролі ендотеліальної дисфункції (ЕД) у виникненні та прогресуванні ряду захворювань серцево-судинної системи (атеросклероз, ГБ, ішемічна хвороба серця (ІХС), інфаркт міокарда та ін.) [7]. Основну роль в механізмі розвитку ЕД грають окислювальний стрес. ЕД є одним з найбільш ранніх маркерів і важливих патогенетичних ланок атеросклерозу. При тривалому впливі патологічних факторів (гемодинамічне перевантаження, гіпоксія, інтоксикації, запалення) відбувається виснаження функції ендотелію з подальшим патологічним розвитком вазоконстрикції, проліферації елементів судинної стінки і тромбоутворення.

За допомогою запропонованого апаратно-програмного комплексу проводиться багатосторонній аналіз електрокардіограми та пульсової хвилі, який побудований за ієрархічним принципом та складається з чотирьох рівнів, які наводяться в порядку зростання.

а) Перший (нижній) рівень складають сукупність окремих показників, що описують різноманітні аспекти варіабельності ритму серця (в тому числі психоемоційного стану), амплітудно-часові параметри , а також форму зубців ЕКГ; наявність основних порушень серцевого ритму та провідності.

б) Другий рівень складають групи споріднених показників, що мають близький фізіологічний сенс. Частина цих груп відображає більшою мірою оперативне, тобто миттєве функціонування серцево-судинної системи. Ці групи показників характеризують негайну адаптивну відповідь на зовнішні стимули. Інші групи показників відображають більшою мірою рівень функціонального резерву.

в) Третій рівень представлений трьома інтегральними блоками , кожен з яких відображає різні сторони функціонування серцево-судинної системи на основі апаратного аналізу ЕКГ. Це блоки оцінки регуляції, стану міокарда, вираженності порушень серцевого ритму.

г) Четвертий, найвищий рівень - це загальний інтегральний показник функціонального стану серцево-судинної системи. При цьому на більш високих рівнях аналізу відбувається узагальнення і агрегація інформації, яка отримана на попередньому рівні [8]. Це виражається в усередненні бальних значень всіх параметрів показників попереднього рівня, тобто показники першого рівня усереднюються на другому рівні, другий – на третьому, третього – на четвертому. Для наочного відображення результатів застосовується колірне кодування градацій функціонального стану, відповідно до принципів, так званої дещо розширеною «світлофорної логіки». Іншими словами, діапазон нормальних значень забарвлюється в зелений колір, діапазон незначних змін – в жовтий, істотних змін – у помаранчевий. Четвертий діапазон, діапазон виражених змін, забарвлюється в червоний колір.

У цьому контексті має сенс торкнутися поняття норма, вірніше діапазону нормальних значень, яке є ключовим для запропонованої концепції. Початкове уявлення про норму як середня величина в зіткненні з діалектичною природою мінливості живого призвело до вкрай релятивістським висновків і до заперечення в кінцевому рахунку самої норми. Існує досить поширена думка, яку в крайній формі можна сформулювати так: «Кожна людина являє собою в тому чи іншому відношенні відхилення від норми і , отже, кожна людина є масштабом своєї нормальності» [9]. Однак, практичні потреби медицини не дають можливості відмовитися від середньостатистичного розуміння норми, при всій її обмеженості.

Отже, в запропонованому програмному забезпеченні під діапазоном нормальних значень розуміються кількісні межі функціонування організму, які є стандартом, еталоном. Медіанне значення нормального діапазону показників оцінюються максимальною кількістю умовних балів (90-100), значення , ближчі до межі цього діапазону - дещо меншою кількістю балів (76-89) . Значення, що виходять за межі нормального діапазону оцінюються меншою кількістю балів залежно від «відстані» до вищезгаданого медіанного значення.

Комплексний індекс функціонального стану сформований на основі оцінок загальноприйнятих і оригінальних показників варіабельності ритму серця, форми зубців і комплексів електрокардіограми , форми та амплітуди пульсової хвилі. Діагностується також ряд найбільш небезпечних і поширених порушень ритму серця та психоемоційний статус.

Б) **Блок розширеного аналізу ЕКГ**

Цей блок призначений у першу чергу для виявлення існуючих захворювань серця і включає наступні складові:

1) Рутинний комп'ютерний аналіз ЕКГ на основі алгоритму Leuven;

2) Комп'ютерне Міннесотське кодування ЕКГ;

3) Додаткові бальні системи аналізу ЕКГ (кодування за системами Сільвестра, Елдрича, CIIS, Q-score).

Ці системи класифікації засновані на оцінці різних амплітудно-часових параметрів ЕКГ, при цьому кожному показнику приписується певну кількість балів залежно від того, наскільки це значення відповідає відомій нормі. Такі бальні системи розроблялися насамперед для визначення за даними ЕКГ ступеня ураження міокарда, функції лівого шлуночка і прогнозу у хворих, які перенесли інфаркт міокарда. У численних роботах показана висока ступінь кореляції між електрокардіографічним балом пошкодження міокарда і розміром інфаркту, визначеним за допомогою іншого, більш складного методу діагностики, наприклад МРТ, а також з даними патолого- анатомічного дослідження [10].

В останні роки з'явилися дані, що вдосконалені системи кодування ЕКГ мають велику цінність для оцінки стану міокарду та прогнозуванні ризику серцево-судинних подій у осіб, які не переносили ІМ, в тому числі у осіб, які не мають симптомів серцево-судинних захворювань.

4) Додаткові системи аналізу ЕКГ, які призначені для визначення ризику виникнення серйозних серцево-судинних подій.

В останні роки розроблені нові електрокардіографічні системи кодування та окремі ознаки, для яких доведена прогностична цінність у відношенні виникнення у коротко-та середньостроковій перспективі гострого коронарного синдрому та раптової серцевої смерті [11]. Низка таких алгоритмів (зокрема, ЕКГ-код Фройліхера) реалізовані в запропонованому програмному забезпеченні.

Таким чином, в розробленому програмному забезпеченні має місце своєрідний «консиліум» чисельних сучасних алгоритмів аналізу ЕКГ. Ступінь відхилення від нормальних значень кодується кількістю балів таким же чином, як і в блоці до нозологічної діагностики.

В) **Блок оцінки важкості стану хворого, який потребує невідкладної допомоги.**

Правильна оцінка важкості пацієнта, який знаходиться у критичному стані, тобто оцінка ступеня компенсації функцій основних систем організму у відповідь на неспецифічну сукупність порушень гомеостазу, та особливо коректна стратифікація за ризиком летального наслідку є одним з найважливіших шляхів покращення результатів лікування. Іншими словами, оцінка

важкості хворого у шоковому стані є різновидом донозологічної діагностики. Найбільш часто для оцінки стану хворих використовують бальні шкали оцінки важкості стану, які основані на багатофакторному аналізі відхилень фізіологічних параметрів організму.

В розробленому програмному забезпеченні реалізовані такі шкали, а саме шкала Original Simplified Acute Physiology Score (SAPS), а також шкали ВПХ-Сорт, ВПХ-СГ, ВПХ-СП, ВПХ-СС, призначені для оцінки важкості стану поранених на послідовних етапах медичної допомоги, починаючи з етапу медичного сортування. Однак, оцінка важкості стану тільки на основі зазначених шкал є недосконалою [12]. Вони мають різноманітні недоліки, такі як надмірну складність, яка утруднює практичне застосування, чи навпаки, – надмірний рівень спрощення, відсутність адекватної оцінки стану деяких важливих фізіологічних систем, у першу чергу серцево-судинної системи, яка є центральною з точки зору підтримання гомеостазу та визначення адаптаційного потенціалу людини.

Більшість об’єктивних показників серцево-судинної системи, які описані вище, в блоках А та Б розробленого програмного забезпечення, є інформативними і для оцінки людини в шоковому стані. Додатково, створена підпрограма оцінки серцевого викиду на основі оцінки форми периферичної пульсової хвилі а також підпрограма оцінки інтенсивності больового синдрому на основі аналізу варіабельності ритму серця. Така оцінка базується на оригінальному індексі, який оцінює активність парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи та нормований на загальну варіабельність ритму серця.

## 5.2. **Досвід практичного застосування програмно-апаратного комплексу**

На протязі двох останніх років за допомогою розроблених комплексів проводилися масштабні дослідження в позаклінічних та клінічних умовах, в яких загалом взяли участь близько 24 тисячі осіб. Так в сільських районах Хмельницької області було обстежено близько 20 тис. осіб, в районах Луганської області біля лінії розмежування зони АТО – близько 3 тис. осіб. Також було обстежено близько 300 військовослужбовців частин ЗСУ, розташованих на передньому краї лінії розмежування зони АТО.

Розроблений програмно-апаратний комплекс корисний тим, що полегшує процес прийняття рішень при обстеженні військовослужбовців в польових умовах.

На наш погляд, таке обстеження може здійснюватися відповідно до 3 різних сценаріїв, а саме профілактичного (диспансерного) огляду військовослужбовців, обстеження військовослужбовця, який пред'являє скарги на стан здоров’я, нарешті обстеження пораненого чи хворого військовослужбовця.

Алгоритм дій у рамках перших двох сценаріїв нам представляється наступним чином:

а) Реєстрація ЕКГ та пульсової хвилі від кінцівок за допомогою портативного електрокардіографічного ПАК. Природно, таке обстеження не вимагає роздягання, може бути проведено навіть особою, яка не має спеціальної медичної освіти. Мінімальна тривалість реєстрації електрокардіограми та пульсової хвилі визначається вимогами до довжини ряду інтервалів RR, яка необхідна для аналізу ВСР (не менше 2 хвилин).

б) Багатосторонній аналіз ЕКГ та пульсової хвилі за результатами дослідження проводиться автоматично і практично миттєво. А сам результат надається користувачеві у наочній формі. Так, основна екранна форма, що формується за результатами аналізу демонструє в графічному вигляді загальний інтегральний показник функціонального стану серцево-судинної системи. Як вже було сказано вище, цей інтегральний показник пофарбований в один їх чотирьох кольорів: зелений , жовтий, помаранчевий, червоний.

в) Аналіз отриманих результатів медичним працівником військової ланки медичної служби. Безпосереднім результатом електрокардіографічно-фотометричного обстеження за допомогою ПАК у рамках перших двох сценаріїв є розробка приблизного подальшого «маршруту» для кожного обстеженого, тобто висновок щодо допуску до виконання службових обов'язків, їх достатнього обсягу та характеру, необхідності додаткових обстежень тощо. На основі цього обстеження можна зробити висновок, чи даний військовослужбовець може виконувати службові обов’язки без обмежень.

Третій сценарій, а саме обстеження пораненого або важкохворого військовослужбовця, дещо відрізняється від перших двох. Ця відмінність полягає в тому, що головною метою обстеження за допомогою портативного ПАК є визначення важкості стану пацієнта. Крім того, вкрай важливим є динамічне спостереження, тобто швидка оцінка успішності лікувальних заходів з метою їх своєчасної корекції. Така оцінку доцільно брати до уваги для вирішення питань при медичному сортуванні та черговості евакуації на наступні етапи медичної допомоги.

В Станично-Луганському районі Луганської області проводилось порівняння комплексного показника функціонального стану (КПФС), розрахованого програмним забезпеченням комплексу у групах здоров’я (I група – здорові, II група – практично здорові, III – хворі, що потребують лікування), які визначені за результатами диспансерного спостереження. Результати такого співставлення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Значення КПФС у диспансерних групах здоров'я

| | Комплексний показник функціонального стану (КПФС), M±m |
|---|---|
| Група I (n=67) | 71,3 ±9,5 |
| Група II (n=108) | 60,4 ±7,1* |
| Група III (n=49) | 47,9 ±7,8* |

*p<0.05 у порівнянні з КПФС з групою I

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена р між КПФС та групою здоров'я дорівнює 0,69.

Таким чином, значення КПФС дозволяє з достатньою вірогідністю визначати належність пацієнта, який обстежується, до відповідної групи здоров'я.

Випробування комплексу також відбуваються в Національному військово-медичному клінічному Центрі (НВМКЦ) «ГВКГ». Метою цих досліджень був комплексний аналіз післятравматичного пошкодження серцево-судинної системи у пацієнтів з бойовою травмою.

Аналіз сучасної бойової травми свідчить про переважання у постраждалих травми мінно-вибухового ґенезу зі значним обсягом ураження тканин організму та розвитком супутнього ураження внутрішніх органів.

При травматичній хворобі важкого ступеня, пошкодження внутрішніх органів виявляється 92,8% потерпілих. А при травматичній хворобі, яка супроводжує мінно-вибухову травму, швидко розвивається гіпоксемія, ендотоксемія, які є важливими чинниками враження зі сторони серцево-судинної системи. Від 6,4 % до 59,6 % випадків механічних травм різної локалізації характеризувались розвитком вторинних змін серця у вигляді посттравматичної міокардіодистрофії, результатом якої є дисфункція міокарду.

Серед проявів дисфункції міокарду важливе місце займає зміни у функції передсердь. Порушення функції передсердь можуть бути незалежним чинником ризику розвитку серцевої недостатності. За допомогою доплероехокардіографії встановлено, що на початкових стадіях розвитку систолічної дисфукції лівого шлуночка (ЛШ) в першу чергу зменшується ранній шлуночковий діастолічний потік, що призводить до зменшення пасивного та збільшення активного спорожнення лівого передсердя (ЛП) на що вказує збільшення пікової швидкості систоли ЛП та зменшення співвідношення Е/А. Сама ж величина піку А залежить від переднавантаження ЛП та жорсткості міокарду.

Виходячи з цього, важливим завданням є розробка достатньо простого, доступного ЕКГ-маркеру, за допомогою якого можна фіксувати передвісники, або початок розвитку дисфункції лівого шлуночка а також здійснювати динамічне спостереження за цим параметром.

Нами проведено електрокардіографічне та ехокардіографічне дослідження функції ЛП у віддалений період після перенесеної важкої мінно-вибухової травми у 23 військовослужбовців учасників АТО (чоловіки віком від 19 до 49 років (у середньому33±8 років), які перебували на стаціонарному лікуванні в НВМКЦ «ГВКГ».

Результати дослідження діастолічної функції ЛШ за амплітудно-часовими показниками функції ЛП представлені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Показники (M±m) діастолічної функції у поранених військовослужбовців при госпіталізації та після 2-х тижнів лікування

| Показники | Поранені військовослужбовці (n=23) | | |
|---|---|---|---|
| | при госпіталізації | через 2 тижні лікування | p |
| ЛП, см | 3,46±0,32 | 3,49±0,31 | |
| IVRT ЛШ,с | 0,066±0,014 | 0,066±0,017 | |
| E/A ЛШ, од | 1,39±0,36 | 1,83±0,36 | <0,01 |
| AFF ЛШ, % | 32.2±6,62 | 32,8±5,09 | |
| Sm(МК), см/с | 13,2±2,68 | 12.5±2,20 | <0,01 |
| Em (МК), см/с | 14.6±4,00 | 14,7±3,11 | |
| Am (МК), см/с | 10.7±3,19 | 9.6±3,27 | <0,01 |
| E/ Em (МК),од. | 5,77±1,42 | 5,43±1,19 | |

Примітка: p – достовірність різниці показників у порівнянні при госпіталізації та через 2 тижні лікування

де Sm (МК),см/с – швидкість руху фіброзного кільця мітрального клапану в систолу допомогою імпульснохвильової тканинної допплерографіїї;
Em (МК), см/с – швидкість руху фіброзного кільця мітрального клапану в систолу допомогою імпульснохвильової тканинної допплерографіїї в діастолу у фазу раннього наповнення
Am (МК), см/с – швидкість руху фіброзного кільця мітрального клапану у фазу систоли передсердя,
E/Em (МК),од. – відношення максимальної швидкості трансмітрального кровотоку у фазу раннього наповнення до швидкості руху бокової поверхні мітрального кільця при ІТД

Хоча більшість ехокардіографічних морфометричних параметрів під впливом проведеного лікування залишились незмінними ми спостерігали незначне покращення діастолічної функції ЛШ. На що вказує збільшення співвідношення E/A трансмітрального кровотоку (1,39±0,36 проти 1,83±0,36, p<0,01) за рахунок зменшення вкладу систоли передсердя (Am(МК) з 10.7±3,19 до 9.6±3,27, p<0,01).

В попередніх роботах нами показаний зв'язок між ступенем серцевої недостатності та співвідношенням площ під кривими деполяризації передсердь та шлуночків sP/sQRS [13].

В даному дослідженні нами вивчалась кореляції між sP/sQRS та такими ехокардіографічними показниками як E/A, Am(МК), переднє – задній розмір ЛП.

Для встановлення зв'язку між показниками ЕКГ та ехокардіограми визначався коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона .

Результати дослідження наведені в таблиці 3.

Таблиця 3.

Коефіцієнт лінійної кореляції між sP/sQRS та ехокадиографічними показниками як E/A, Am(МК), ПЗ ЛП

| | E/A | Am(МК) | ПЗ ЛП |
|---|---|---|---|
| sP/sQRS | 0.34 | 0.51 | 0.31 |

Як видно з таблиці, оригінальний електрокардіографічний показник sP/sQRS має статистично достовірний кореляційний зв'язок середньої сили з показником Am(МК), який відображає вклад систоли лівого передсердя. Таким чином, він може використовуватися як ранній маркер дисфункції міокарда у військовослужбовців з бойовою травмою.

В даний час нами продовжуються клінічні випробування комплексу та робота по удосконаленню програмного забезпечення комплексу в контексті більш точної діагностики стадій шокового стану різного ґенезу, а також подальше удосконалення аналізу ЕКГ шляхом її достатньо складного математичного перетворення.

**Перелік посилань до розділу**


1. Чайковский И.А. Миниатюрные электрокардиографические программно-аппаратные комплексы: сфера применения, ограничения, перспективы развития // Доповіді Національної Академії Наук України, №5 - 2012 - С. 180-187.
2. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов // Поликлиника № 1 - 2013 - С.37-4.1
3. Чайковский И.А. Анализ электрокардиограммы в одном, шести и двенадцати отведениях с точки зрениянформационной ценности: электрокардиографический каскад //Клиническая. Информатика и Телемедицина, Т.9. Вып.10- 2013 - С.20-31.

4. Illya Chaikovsky, Ilya Syropyatov, Mykola Budnyk, Georg Mjasnikov, Anatoly Kazmirchyk, Victor Dykhanovskiy. Investigation of the ECG leads sensitivity to myocardial ischemia by means of biophysical model. In 2019 IEEE 39th International Scientific Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO),p., Kyiv

5. Quintana DS, Guastella AJ, Outhred T, Hickie IB, Kemp AH. Heart rate variability is associated with emotion recognition: direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. // Int. J Psychophysiol. V.86(2) - 2012 - P. 168-72.

6. Mackenzie IS, Wilkinson IB, Cockcroft JR. Assessment of arterial stiffness in clinical practice. QJM. 95 - 2002 - P. 67-74.

7. Максимович Н.А., Зинчук В.В. Дисфункция эндотелия и ее диагностика. В кн.: Дисфункция эндотелия: фундаментальные и клинические аспекты, под ред.Зинчука В.В., 2006: С.57-72.

8. Антомонов М.Ю., Волощук Е.В. Конструирование интегральных показателей количественных признаков с помощью одномерных и многомерных методов статистики. // Кибернетика и вычисл. техника. Вып. 167 -2012. - С. 61-68.

9. Уильямс Р. Биохимическая индивидуальность. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. - 263 с.

10. Versteylen MO, Bekkers SC, Smulders MW, et al. Performance of angiographic, electrocardiographic and MRI methods to assess the area at risk in acute myocardial infarction // Heart. 98- 2012- P. 109-15.

11. Tan SY, Sungar GW, Myers J, Sandri M, Froelicher V. A simplified clinical electrocardiogram score for the prediction ofcardiovascular mortality // Clin Cardiol. 32(2) -2009 - P.82-6.

12. Мещеряков Г.Н., Радаев С.М.,. Закс И.О, Лобус Т.В. , Мороз В.В., Арапова О.А. Системы оценки тяжести — компонент методологии лечебной работы (Обзор литературы) // Реаниматология и интенсивная терапия. - № 1 - 2009.- С. 19-28.

13. Патент UA 110439 C2, A61B 5/0402, A61B 5/02, Спосіб оцінки ступеня серцевої недостатності векторкардіографічним методом, Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Гол. військовий клінічний госпіталь МО України, І.А. Чайковський Г.В. Мясников, А.П. Казмірчук, З.В. Левшова, К.А. Казмірчук, М.М. Будник, заявл. 15.09.2014, заявка № a2014 10121, опубл. 25.12.2015, Бюлетень "Промислова власнысть" №24.

**Висновки і рекомендації за розділом**

На основі результатів цих досліджень можна зробити наступні **висновки**:

1. Використання отриманих результатів дозволить систематизувати відомі підходи щодо організації проведення наукових досліджень, результати яких можуть бути підґрунтям для створення портативних програмно-апаратних комплексів для визначення індивідуальної оперативної готовності військовослужбовців до виконання завдання.
2. Найбільш значущими результатами є такі:

   – Науково-технічний доробок для об'єктивного визначення індивідуальної оперативної готовності кожного військовослужбовця до виконання бойових завдань і попередження критичного перевищення його фізіологічних та психологічних можливостей;

   – Науково-технічний доробок для моніторингу психоемоційного стану військовослужбовців під час перебування у бойових умовах. Це розглядається як основний інструмент для підтримки рішень командира щодо виконання бойових завдань. Дозволяє прогнозувати бойову готовність військовослужбовців до участі у тривалих бойових операціях;

**Рекомендації**:

З метою зменшення стресових станів у військовослужбовців пропонується передбачити проведення низки досліджень, спрямованих на:

1. Створення ефективних тестів відбору кандидатів для проходження служби на особливо «стресонавантажених» видах діяльності і, особливо, в бойових умовах. (При створенні тестів передбачається розробити моделі поведінки військовослужбовців при виконанні бойових завдань, моделі бойових ситуацій, моделі бойових стресів та підходи щодо визначення і прогнозу поведінки конкретного військовослужбовця в стресових ситуаціях, визначення його «надійності» при компенсації стресових впливів і, особливо, інтенсивних).
2. Створення навчальних програм і методик підготовки військовослужбовців для групових і одиночних дій у стресових бойових ситуаціях. (При розробці навчальних програм і методик передбачається врахувати індивідуальні можливості до навчання виконувати складні бойові завдання в умовах значних психологічних і фізичних навантажень, акцентувати увагу на формуванні вмінь і практичних навичок, компенсувати психічні, фізичні, хімічні, біологічні види стресів).

3. Створення нових типів ергатичних (людино-машинних) систем спеціального призначення. (При проектуванні і розробці таких систем передбачається використовувати теорію інтелектуального управління. Це управління дозволить адоптивно інтегрувати оператора в бойові системи за рахунок прогнозування розвитку його стресових станів).
4. Розробка «м'яких» психотерапевтичних реабілітаційних технологій для ліквідації негативних наслідків «бойових» стресів. (При розробці технологій передбачається врахувати дослід ліквідації стресів учасників бойових дій, виявити позитивні і негативні моменти цього процесу та запропонувати принципово нові підходи з використанням сучасних досягнень психології, психотерапії, медикаментозних способів, а також духовних практик (медитативні техніки, ритуали тощо).
5. Дослідження впливу соціальної необлаштованості військовослужбовців на їхню можливість виконувати службові обов'язки і, особливо, при веденні бойових дій. (При проведені досліджень передбачається розглянути процес формування стресових станів у військовослужбовця у разі постійного ігнорування вирішенням соціально-побутових проблем).
6. Здійснювати контроль психоемоційного стану військовослужбовців під час перебування у бойових умовах.
7. Об'єктивне визначення індивідуальної оперативної готовності кожного військовослужбовця до виконання бойових завдань і попередження критичного перевищення його фізіологічних та функціональних можливостей.
8. Моніторинг психоемоційного стану військовослужбовців під час перебування у бойових умовах розглядати як основний інструмент для підтримки рішень командира щодо виконання бойових завдань.
9. Прогнозувати оперативну готовність військовослужбовців до участі у тривалих бойових операціях.

## Глава 6. Пацієнт-центрична гібридна е-реабілітація: сервіси UkrVectōrēs та vHealth (in English).
## Chapter 5. Patient-centered hybrid e-rehabilitation: UkrVectōrēs and vHealth services.

*To my son Mark, Liudmyla and my mother Tetiana Borysivna*

The methodology of rehabilitation measures in a pandemic has several significant features associated with the unpredictability and high rate of emergence of problems of high complexity, limited communication between the therapist and the patient, the need for high responsiveness of decision-making and their compliance, the scale of the process and the associated need to use scalable operating tools, etc. One of the most effective solutions in medical rehabilitation assistance is remote patient-centered rehabilitation. It requires online monitoring tools, telemetry and interventions focused on the patient's capabilities, developed Internet interaction, intelligent information technologies, and services. Patient-centered rehabilitation also needs effective methods in the "Physical therapist – Patient – Multidisciplinary team" system, statistical processing of large volumes of data, etc. Therefore, along with the traditional means of rehabilitation, as part of the "Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP)"[1] the Smart-system for remote support of hybrid e-rehabilitation services and activities (Smart-system)[1]–[6] was developed. Combined with intelligent remote biofeedback[7] devices and effective miniature remote monitoring, telemetry, and recovery devices (embedded systems and wearable devices)[8], such systems hold great promise, as evidenced by worldwide experience as well. That research would not have been possible without the financial support of the National Research Foundation of Ukraine (NRFU)[9]. The project "Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP)" won the competition "Science for Human and Social Security" and received grant funding in 2020 – 2021. At the beginning of 2022, the research team of Glushkov Institute of Cybernetics of the National academy of sciences of Ukraine again became one of the winners of the "Science for Safety and Sustainable Development of Ukraine" competition held by the NRFU foundation. Our new project is called "Development of the cloud-based platform for patient-centered telerehabilitation of oncology patients with mathematical-related modeling". The project dedicates to the development of the hybrid cloud-based platform and the creation on its basis of IT for the telemedicine rehabilitation (TMR) of cancer patients, which serves a wide range of specialists in physical therapy and rehabilitation medicine (PRM) in the sector "TMR of oncology patients". The feature of the proposed IT is the combination of artificial intelligence (AI) methods with accurate mathematical methods for solving complex problems associated with the assessment of the patient's current state, the health interventions strategy using TMR, distribution funds for treatment. The TMR platform is implemented as a set

of services. Each of the services provides a specific functionality using an ontology-managed service-oriented architecture. Considering the above, specialists from three research fields presented in the project: certified PRM specialists; AI ITs researchers; systems analysis, and discrete non-smooth optimization scientists.

Our work was funded by Grant contracts from the National Research Foundation of Ukraine:

– "Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP)" № 159/01/0245 (07.05.2021), application ID: 2020.01/0245 (2020–2021, project was successfully completed);
– "Development of the cloud-based platform for patient-centered telerehabilitation of oncology patients with mathematical-related modeling", application ID: 2021.01/0136 (2022–2023, project is still in progress).

The objective of the research described herein is to develop a formal model, software implementation, and the methodological foundations for the use of services of the remote patient-centered Smart-system for providing medical rehabilitation assistance to patients in a pandemic (i.e., the novel coronavirus disease COVID-19).

Smart-system for remote support of hybrid e-rehabilitation services and activities[2], [4], [5] is a complex, integrated, patient-centered information subsystem of TISP for the provision of medical care, solving various clinical, organizational, and research tasks in the field of rehabilitation medicine: consultations; remote observation and support of rehabilitation processes and activities; classification, forecasting, and knowledge extraction; research and review of the new domain areas; use of remote communication technologies; elements of artificial intelligence, in particular, ontology engineering[10]–[16], machine learning[17] and transdisciplinary research[18].

### 6.1. **Цифрове здоров'я, телездоров'я, телемедицина: сучасні визначення та тенденції.**
### **Digital health, Telehealth, Telemedicine: current definitions and trends**

Digital health helps ensure patients receive optimal and timely healthcare by connecting them to needed services through telecommunication, remote patient monitoring (RPM), store-and-forward technologies, and mobile health (mHealth). Digital health promotes healthcare access, improves care, and offers patients a level of convenience difficult to obtain with in-person care. A 2018 rapid review by[19] shows Digital health interventions for certain conditions are equally effective as in-person care. As a result of the COVID-19 pandemic, the majority of hospitals worldwide now use elements of Digital health to connect with patients and practitioners who are not onsite. Despite recent policy changes, many barriers remain that hinder the widespread and successful adoption of dHealth technologies.

Variations in Digital health, telehealth definitions and using two distinctly different terms interchangeably[20] (i.e., "telehealth" and "telemedicine") makes it challenging to understand which is the appropriate term and definition. The many definitions for telehealth and telemedicine may create confusion for healthcare professionals when providing telehealth. The various definitions may also increase confusion among state and national legislators when writing laws and policies that govern telehealth. The differences in how telehealth is defined may lead to variations in telehealth reimbursement policies worldwide or at the national level.

Historically, the term "telemedicine" was used to describe the subject of medicine at a distance. The term "telehealth" gained popularity in the 1990s[21]. In 2005, a US federal subcommittee identified both telemedicine and telehealth as key resources to advance patient care[21]. The number of terms used in the field has continued to expand. The need to accurately define emerging terms is timely given the increase in telehealth visits due to the COVID-19 pandemic[22]. Most organizations and agencies consider the terms "telehealth" and "telemedicine" to be distinct. Those that recognize a distinction state that the term "telehealth" is the broader term and "telemedicine" is the component of "telehealth" specific to clinical care.

*"Telehealth"* is the most used term. The telehealth definitions most commonly refer to the delivery of healthcare at a distance through technology. Some definitions defined telehealth as being a larger umbrella that encompasses more than just direct medical care delivery. In the academic literature[19]–[21], "telehealth" was the term most used when describing the process of delivering healthcare across a distance. The most cited "telehealth" definitions in the academic literature were from telehealth-related organizations or U.S. federal agencies (e.g., DHHS, HRSA ATA, CMS, WHO, etc.)[23]–[28]. The World Health Organization WHO definition was cited most often in the academic literature. Some authors developed their own definition by combining various organizational definitions or listing multiple definitions from telehealth-related organizations[28]. The WHO definition is: "Telehealth is the delivery of health care services, where patients and providers are separated by distance."

The term *"Telemedicine"* is the second most used term in the source data and has often been defined as a subset of telehealth. For example, Health Resources and Services Administration HRSA[29] describes telemedicine (the term telehealth includes telemedicine services but encompasses a broader scope of remote healthcare services. Telemedicine is specific to remote clinical services, whereas telehealth may include remote non-clinical services, such as provider training, administrative meetings, and continuing medical education, in addition to clinical services) as being specific to clinical services under the broader umbrella of telehealth, which encompasses nonclinical aspects as components of healthcare. These services include, but are not limited to, administrative meetings, provider training, and patient

education. Some organizations, however, use the terms "telemedicine" and "telehealth" interchangeably.

The term *"Virtual care"* occurred infrequently and the scope of it is unclear. The American Telemedicine Association ATA describes virtual care as follows: "Virtual care is so much more than online urgent care; it is healthcare you can access from the comfort and safety of your home. It is all four modes of care; asynchronous, chat, phone, and video visits."[30]. The expanse of what is included in the definition ranges widely from "virtual care" being synonymous with "telemedicine" to "virtual care" going beyond traditional "telehealth" to include self-management tools driven by artificial intelligence.

*Digital Health*. Many organizations and worldwide agencies use the term "digital health" as a synonym of the terms "telehealth" and "telemedicine;" however, some posit telehealth is under the digital health umbrella. For example, WHO described digital health as, "a broad category encompassing electronic health, mobile health, telehealth and health data, among others."[31]. Digital health is a broad category encompassing electronic health, mobile health, telehealth, and health data, among others. It offers solutions that can strengthen health systems, such as bringing health services directly to people's homes and to underserved communities, helping to map outbreaks of disease, and integrating digital tools that make health care more responsive and productive.

As with the terms "telehealth" and "telemedicine," discrepancies exist on whether the term "digital health" is an umbrella term encompassing more than direct clinical care or if it is specific to the delivery of care between a clinician and a patient. For example, U.S. Centers for Disease Control and Prevention CDC blog provides a description of the applications of the term "digital health," stating that "numerous measurement technologies such as personal wearable devices, internal devices, and sensors that could be used to identify health status and help with disease diagnosis and management."[32]. The same CDC blog lists wearable devices that capture continuous patient data as technologies included under digital health but does not state that the term "digital health" encompasses the terms of "telehealth" and "telemedicine" in its scope or provide an official definition of the term[32], [33]. Frequently, "digital health" is used as a general term that includes direct patient care visits as well as the collection of health data using wearable devices.

Terms related to telehealth, including terms such as *asynchronous*, *synchronous*, *store-and-forward*, *remote patient monitoring*, *remote physiological monitoring*, and *remote therapeutic monitoring*. There is less diversity and more congruency in these ancillary definitions than among the overarching definitions of telehealth, telemedicine, virtual care, and digital health. *"Asynchronous"*[33] refers to not happening in real-time, allowing for a more relaxed schedule, with participants accessing information in their own time during different hours and from multiple

locations. In most cases, "asynchronous" is synonymous with "store-and-forward." Asynchronous, also known as store-and-forward, refers to the use of prerecorded information used to deliver services. The term *"synchronous"*[33] is stated to be the use of live technology to deliver services. *Remote Patient Monitoring* (RPM) can include peripheral medical equipment (e.g., digital stethoscopes, otoscopes, ultrasounds) to conduct a remote evaluation of the patient in addition to the traditional remote monitoring devices (e.g., glucometers, blood pressure monitors, scales)[34]. Remote physiological monitoring is sometimes used interchangeably with RPM. All sources[33], [34] consider asynchronous, store-and-forward, synchronous, and RPM to fall under the umbrella of "telehealth" and/or "telemedicine". The "*telehomecare*" and "*point-of-care*" (POC) are the new ancillary terms related to telehealth. In [33] POC describes as the remote care needed to allow people with chronic conditions, dementia, or those at high risk of falling to remain living in their own homes. The approach focuses on reacting to emergency events and raising a help response quickly.

The term "eHealth" or Electronic Health is noted to have originated in the business world when terms associated with electronic commerce (e-commerce) started being used to describe various business areas[35]. The [35] publication defines the term "eHealth" as "an emerging field in the intersection of medical informatics, public health, and business, referring to health services and information delivered or enhanced through the Internet and related technologies."

Telehealth terms are continuously evolving as the field continues to expand. The commonly used terms are "telehealth" and "telemedicine". The terms "virtual care" and "digital health" are emerging but are not as commonly used compared to telehealth and telemedicine. The term "digital health" was first used in 2017 but has become more common within the academic literature and websites since 2019. In comparison to "virtual health", the term "digital health" is currently used more often. It can be noted that during the period of this review the use of the term "telehealth" was replaced with "digital health" on the WHO's website[31]. The term "virtual care" was first presented in 2018 but is not used in a way that would make it distinct from the term "digital health." Figure 1 conceptualizes the relationship between the terms in a Venn diagram. Conceptually eHealth has been noted to be an umbrella term that includes the subtopics of mHealth, telemedicine, and electronic health records[36], [37]. However, the term eHealth is used less commonly in this umbrella context than the term "digital health." As such, the term "digital health" is considered an umbrella term above the term "telehealth" and "telemedicine."

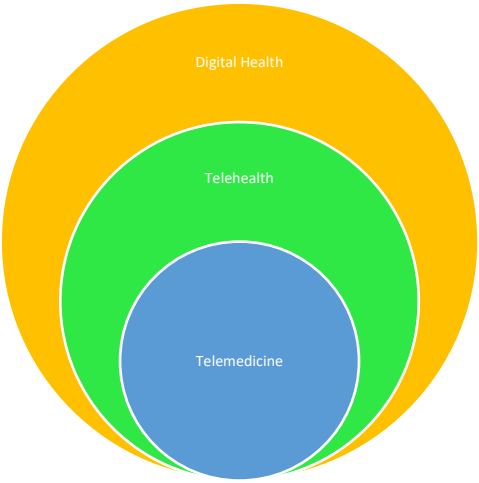



Figure 1: Conceptual Venn diagram of major terms

### 6.2. **Основні поняття концепції гібридної е-реабілітації. Basic concepts of the Hybrid e-rehabilitation notion**

The rapid development of telerehabilitation worldwide and the acquisition by this direction of medicine of transdisciplinary connections with various subject areas that go beyond the modern paradigm of e-health, led to the emergence of the most modern type of rehabilitation medicine – Hybrid e-rehabilitation medicine. The Hybrid e-rehabilitation notion (shown in Figure 2) consists of the following fundamental methods, approaches, and technologies (revised and completed in comparison with[2], [5]):

- *Telecommunication technologies.* This means the delivery of rehabilitation services over telecommunication networks and the internet. Also, this allows patients to interact with providers remotely and can be used both to assess patients and to deliver therapy.
- *Rich Internet Applications (RIA).* These are chiefly the Hospital Information Systems (HIS). A HIS is a comprehensive, integrated information system designed to manage all aspects of a hospital's operation, such as medical, administrative, financial, and legal issues and the corresponding processing of services. Another feature of such systems is the provision of communication between patients and doctors from the multidisciplinary rehabilitation team.
- *Telemetry*. This is a set of technologies that allow remote measurement, and collection and transmission of information about performance indicators (physiological parameters) of the patient's body in real-time or store-in-forward.

- *Wearable devices and Embedded systems*. Wearables may be for widespread use in which case they are just a particularly small example of mobile computing. Alternatively, they may be for special purposes such as fitness trackers or medical devices. They may incorporate special sensors such as accelerometers, heart rate monitors, or on the more advanced side, electrocardiogram (ECG), blood oxygen saturation (SpO2) monitors and blood pressure monitoring devices. These functions are often bundled together in a single unit, like an activity tracker or a smartwatch like the Apple Watch Series or Samsung Galaxy Gear Sport. Devices such as these are used for physical training and monitoring overall physical health, as well as for alerting to serious medical conditions such as seizures (e.g., Empatica Embrace). Currently, other applications within healthcare are being explored, such as: forecasting changes in mood, stress, and health; measuring blood alcohol content; measuring athletic performance; long-term monitoring of patients with heart and circulatory problems that records an electrocardiogram and is self-monitoring; health risk assessment applications, including measures of frailty and risks of age-dependent diseases; and automatic documentation of care activities.
- *Biofeedback (BF)*. Biofeedback is the process of gaining greater awareness of many physiological functions of one's own body. Biofeedback[7] may be used to improve health, performance, and the physiological changes that often occur in conjunction with changes to thoughts, emotions, and behavior. Recently, technologies have aided with intentional biofeedback. Humans conduct BF naturally all the time, at varied levels of consciousness and intentionality. BF and the biofeedback loop can also be thought of as self-regulation. Some of the processes that can be controlled include brainwaves, muscle tone, skin conductance, heart rate, and pain perception. The essence of BF-method from a technical point of view is computer registration in real-time of certain physiological parameters that are not available for direct human perception (EEG, electrical resistance of the skin, the heart rate, body temperature, etc.) and their transformation into a form natural to humans. The method is based on the principle of translating information in the form of electrical physiological signals received from a human body using special sensors into feedback information in the form of images, natural messages, multimedia, games, and other forms of information and material interaction in each range of values. BF, along with other well-known methods, is included in the list of treatments officially used in medical rehabilitation in Europe, and in the United States alone, BF-methods are implemented in more than 700 clinical centers.
- *Intelligent virtual / personal assistants*. These assistants are the software agents that can perform tasks or services for an individual based on

commands or questions. Virtual assistants use natural language processing to match user text or voice input to executable commands. Many such assistants continually learn using artificial intelligence techniques including machine learning and computational linguistics with distributional semantic modeling in vector spaces[17]. Modern software agents of the class of intelligent virtual assistants can interact with each other to perform a certain class of tasks. The term "chatbot" is sometimes used to refer to virtual assistants generally or specifically accessed by online chat. Some virtual assistants are able to interpret human speech and respond via synthesized voices. In particular, within the framework of the project and the TISP system[38], a universal dialogue subsystem (UDS) was developed and implemented within the Physical Medicine and Rehabilitation (PM&R) domain area in the form of a web application and a virtual interlocutor in the “Telegram” service. The developed UDS of TISP system uses the ontology-related approach, in particular, the ontology representations of the White Book on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe [39] WB and the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF; ICF, n.d.). The UDS [38] is based on the new technique which assumes the presence of several query templates with each corresponding to a special semantic type of question. Meaningful entities extracted from the user’s natural language phrase are substituted into the corresponding query template. For the most suitable query template selection a tree based semantic analysis method is proposed. The method assumes that the frame is shifting through the words list of the phrase, considering on each step one or several words. These words are analyzed to match one of the conditions on the current tree position. The most matching condition determines the following position on the next level of the tree. The process proceeds until there will remain the only option of query template and all the sufficient conditions for the corresponding semantic type are proved to be observed. Then depending on the selected query template input entities for it are taken from the given positions of the previous consideration.

- *Artificial Intelligence methods and applications for big data processing to knowledge extraction and solving analytical tasks*[40]. For Knowledge Discovery and solving the main analytical tasks, such as classification, diagnostics, or prediction we use the method called Growing Pyramidal Network (GPN)[40]. GPN inductive training is performed on the basis of precedents sets. The result of training is a regularity in the form of a logical function. GPN belongs to the class of statistical methods. Intelligence information search is based on predictive models of distributional semantics. The GPN method and GPN based software has some unique features. These are: search for all possible combinations of values of objects attributes for

allocating the most important combinations of attributes' values for building the model of classes of objects; guaranteed finding the most significant combinations of attributes values using the principle of minimal length of the hypothesis description (logical expression); always 100% correct classification of all objects from training set; works with data of any complexity and possibility to discover a regularity however complex it be; and automatic clustering of objects set. In a pyramidal network, the complexity of decision functions is automatically adjusted to the data from the training set, depending on the compactness of the training set. There is no need for a test set to verify the quality of the found logical regularities. In the process of using regularities, the amount of information contained in the logical regularities is counted. If it has changed, then a decision to retrain the system is made. There is high speed recognition of new objects (i.e., constant, not depending on the volume of stored information). If no exact solution found – all possible solutions (Including the decision "I do not know") is presented and ranked according to the confidence level for each. There is an available explanation mode in which there are explained grounds of the decision for each of the recognizable objects. GPN methods powered the clinical decision support subsystem of TISP.

*Biomedical Robotics and Bionics.* The Biomedical Robotics research focus area is centered on the design, development, and evaluation of medical robotics systems and smart assistive robotic platforms that enhance the physical capabilities of both patients and clinicians via advancements in mechanical design, modeling and control, sensors and instrumentation, computing, and image processing. Core research topics in this area include medical robotics, haptic interfaces, machine learning, soft robotics, robot-assisted surgery and rehabilitation, tissue modeling, human augmentation, biomechanics, and human-robot interaction. Biomedical robotics research innately draws from several disciplines including mechanical, biomedical and electrical engineering, interactive computing, applied physiology, and materials. Key areas of application and translation include feedback-enabled robotic surgery systems, robot-assisted caregiving, macro-meso-micro-scale image-guided surgical interventions, wearable devices for occupational training and injury prevention, and neurointegrated prosthetic devices (also, mathematical modelling and computer simulation of human-exoskeleton systems with energy-efficient actuators, and computer vision and deep learning for autonomous exoskeleton control and decision making during legged locomotion).

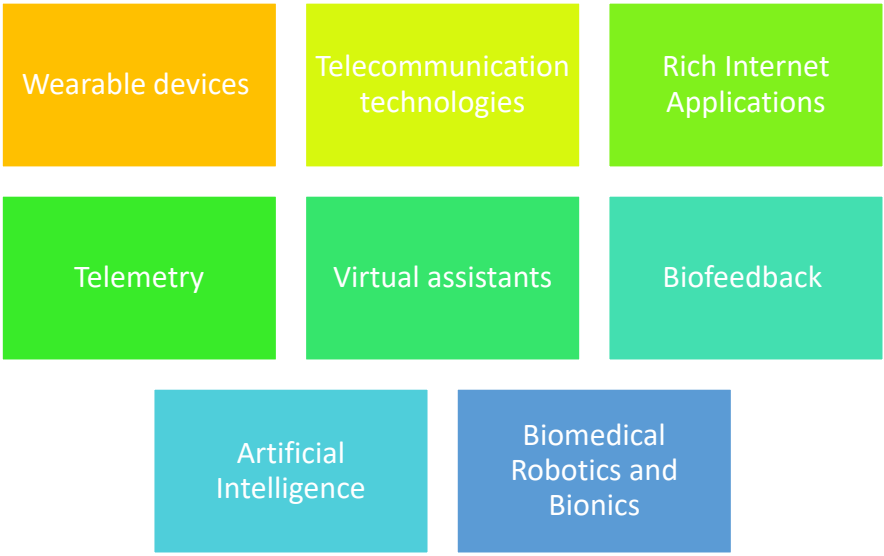



Figure 2: Fundamental Methods, Approaches and Technologies of the Hybrid E-rehabilitation Notion

### 6.3. **Концепція формалізації Smart-системи для дистанційної підтримки гібридних е-реабілітаційних сервісів та активностей. Formalization concept of Smart-system for remote support of hybrid e-rehabilitation services and activities**

The generalized formalization concept of the Smart-system for remote support of rehabilitation activities and services is represented as a three-tuple $S$ using the revised formalism given in[2], [5], [13]:

$$S = \langle D, F, E \rangle \tag{1}$$

Where:

$S$ – is the Smart-system for remote support of rehabilitation activities and services (subsystem of TISP). Processes of smart system are described analytically by means of [41].

$D$ – is a set of web services (RIA) and desktop applications that are available for usage in the Smart-system $S$ :

$$D = \sum_{j=1}^{k} Z_{Tj} \tag{2}$$

Where:

$Z_{T_j}$ – is a web service or desktop application that implements specific algorithms, processes, and functions of the Smart-system $S$ ( $j = \overline{1,k}, k \in \mathbb{N}, k$ – the

number of developed web services and desktop applications that are part of the Smart-system $S$ ).

$F = S: \left\{ C_i \middle| i = \overline{1,n} \right\}_{n \in \mathbb{N}}$ – is a set of functions, the functional filling-up of the Smart-system $S$ , each function is the result of coordination and interaction of the Smart-system $S$ elements.

$C_i \subseteq D, C_i = \left\{ D_y \middle| y \geq 1, y \leq m \right\}_{y \in \mathbb{N}, m \in \mathbb{N}}$ – is a subset of web services and desktop applications that are required to implement the $j$ -th function of Smart-system $S$ . The formation of this subset allows creating personalized pipelines and scenarios for using the developed web services and desktop applications (as well as the use of additional external software), which enables more flexibly in use of the services of the Smart-system for PM&R doctors. The formation of such pipelines and scenarios is beyond the scope of this article and should be considered separately.

$E = \{ prl, mid, os \}$ – is a set of elements (represented as layers) that combine into the Cloud-integrated Environment (CIE);

$prl$ – physical resource layer represents physical hardware and facility resources;

$mid$ – middle layer (using in the concepts of cloud service orchestration model[13], [42] represents resource abstraction and control layer. It is supposed to use OpenStack software platform;

$os$ – operating system layer represents guest operating system. It is supposed to use Ubuntu server with LXDE (abbreviation for Lightweight X11 Desktop Environment) desktop environment or Xfce desktop environment. web services (RIA) and desktop applications runs on the operating system layer – $Z_{T_j} \in os$ ;

At the current stage of development, the Smart-system includes various technologies, web services, and desktop applications, in particular:

$$\sum_{j=1}^{7} Z_{T_j} = \{ T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7 \} \tag{3}$$

Where:

$T_1$ – *Remote consulting service* – Smart-system's telemedicine module (which provides online video and audio communication) using modified open-source software Jitsi Meet[43].

$T_2$ – *Digital doctor's office* of specialized medical care service, in particular the PM&R doctors. In the personal digital office, there are services for managing online appointments, including video consultations, personal doctor's and patient's

profiles, fiscal management, a calendar for scheduling and planning consultations, access to the electronic health records (i.e., patient's profiles and health history), and a module for carrying out electronic advisory conclusions on the results of the video consultation.

$T_3$ – *Service for automated processing and integration of all basic workflows* of a medical institution for interaction between an administrator, a doctor, and a patient.

$T_4$ – *Collaborative service* for the creation and use of file-sharing and exchange services, in particular, for interacting and exchanging medical digital images via Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). DICOM is the standard for the communication and management of medical imaging information and related data. DICOM is most used for storing and transmitting medical images enabling the integration of medical imaging devices such as scanners, servers, workstations, printers, network hardware, and picture archiving and communication systems (PACS) from multiple manufacturers. It has been widely adopted by hospitals and is making inroads into smaller applications such as dentists' and doctors' offices. DICOM incorporates standards for imaging modalities such as radiography, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance imaging, and radiation therapy. DICOM includes protocols for image exchange (e.g., via portable media such as SD cards), image compression, 3-D visualization, image presentation, and results reporting.

$T_5$ – *UkrVectōrēs* [44] web service. This is an NLU-powered toolkit for knowledge discovery, classification, diagnostics, and prediction – an entities similarity tool. You can think about UkrVectōrēs as a kind of "cognitive-semantic calculator." The online toolkit UkrVectōrēs covers the following elements of distributional analysis[17]: calculates semantic similarity between pairs of words; finds words semantically closest to the query word; applies simple algebraic operations to word vectors (addition, subtraction, finding average vector for a group of words and distances to this average value); draws semantic maps of relations between input words (it is useful to explore clusters and oppositions, or to test your hypotheses about them); gets the raw vectors (arrays of real values) and their visualizations for words in the chosen model; downloads default models; and uses other prognostic models distributive semantics freely distributed, by adjusting the configuration file.

$T_6$ – *vHealth Electronic Library service*[45]. This is a distributed information system that allows you to store, use and share various collections of electronic documents (video and audio content) of arbitrary domain areas for distance learning of patients and their relatives, in particular, a rehabilitation complex of exercises and activities.

Consider in detail some services and applications developed according to the generalized formalization concept of the Smart-system for telemedicine support of rehabilitation measures, in particular, UkrVectōrēs and vHealth services.

*$T_7$ – knowledge-oriented digital library/repository of scientific publications.* Nowadays, numerous applications and tools are known that implement information retrieval technologies in various text sources in accordance with specified parameters. Moreover, the search results are provided to the user for each search parameter individually and not related to each other. And the application of Semantic Web technologies for the purpose of multi-parameter and related information retrieval in various sources in Ukraine is at the initial stage of development. A separate problem is the multimedia presentation of search results and their comparison with the conceptual structure of the domain of interest (Knowledge Domain) with the goal of extracting new knowledge. From this point of view, it is relevant for scientific research to process the scientific publications of one author, authors of a scientific unit and the academic institute, using the Semantic Web technologies, multimedia presentation of information, and effective support for the process of extracting new knowledge.

Consider in detail some services and applications developed according to the generalized formalization concept of the Smart-system for telemedicine support of rehabilitation measures, in particular, UkrVectōrēs and vHealth services.

### 6.4. **UkrVectōrēs – інструмент на основі розуміння природної мови для виявлення знань, класифікації, діагностики та прогнозування. UkrVectōrēs – an NLU-powered tool for knowledge discovery, classification, diagnostics, and prediction**

**Important note:** *UkrVectōrēs project and documentation are in active development. For any technical clarifications and questions contact us via email: k.malakhov@outlook.com or via Issues [44]. The recent Russian's rocket shelling on critical infrastructure in Ukraine and Kyiv led to the shutdown of the https://ukrvectores.ai-service.pp.ua/ server.*

The distributed numerical feature representations of words (word embeddings) and word vector space models, as a result, are well established in the field of computational linguistics and have been here for decades, see [46] and [17] for an extensive review. However, recently they received substantially growing attention. Learning word representations lies at the very foundation of many natural language processing (NLP) tasks because many NLP tasks rely on good feature representations for words that preserve their semantics as well as their context in a language.

The network service UkrVectōrēs computes the semantic relations (similarity) between the entities of the Ukrainian language within the selected distributional semantic model of the vector representation of entities (entities embeddings).

UkrVectōrēs is a natural language distributional analysis and distributional semantic modeling web service (toolkit), a natural language research technique based on the study of the environment (distribution), individual entities in the text without the full lexical or grammatical meanings of these entities. In the general case, distributional analysis, and distributional semantic modeling [17] use, base, and examine the essence of a natural language, such as words or phrases. Within the framework of this method, an ordered set of universal procedures is applied to texts in natural language, which makes it possible to single out the basic units of the language (phonemes, morphemes, words, phrases), to classify them, and to learn the relation of semantic similarity between them.

The network service UkrVectōrēs is a tool that allows exploring the semantic relationships between entities in the framework of predictive models of distributional semantics (PMDS), using an open-source software library genism (Genism, n.d.) for processing and mathematical modeling of the natural language (including an application programming interface for different algorithms such as Word2vec, fastText, etc.). The user can choose one or several carefully prepared predictive models of distributional semantics (or use other models of vector representation for words of the Ukrainian language) learned on various text corpora, in particular, the WB [39] dataset.

The UkrVectōrēs service covers the following elements of the distributional semantic analysis / modeling:

- computation of semantic similarity between pairs of entities (words) within the selected PMDS;
- computation of the entity closest to a given one within the selected PMDS (computation of semantic associates). In distributional semantics, words are usually represented as vectors in a multi-dimensional space of their contexts. Semantic similarity between two entities is then calculated as a cosine similarity between their corresponding vectors; it takes values between *-1* and *1* (usually only values above *0* are used in practical tasks). *0* value roughly means the entities lack similar contexts, and thus their meanings are unrelated to each other. *1* value means that the entities' contexts are identical, and thus their meaning is quite similar;
- applying simple algebraic operations to entity vectors (addition, subtraction, finding average vector for a group of entities and distances to this average value) within the selected PMDS;
- generation of the semantic maps (using the open-source software toolkit TensorFlow) of relations between input entities (it is useful to explore clusters and oppositions, or to test your hypotheses about them);
- using other freely shared PMDS via special configuration file.

*Let us consider the methodology of a user experience with the graphical user interface of the UkrVectōrēs single-page application*, in particular, for the distributional semantic analysis of natural language texts.

*Computation of the semantic associates for a given entity (word)* within the selected distribution-semantic model. To use this function, you need to:

1. Open the graphical user interface (GUI) of the UkrVectōrēs Single Page Application (SPA) using the current version of Google Chrome, Mozilla Firefox, or Microsoft Edge web browser. To do this, enter the following link in the address bar of the web browser: https://ukrvectores.ai-service.pp.ua/ (the link may differ, it depends on the deployment features of the UkrVectōrēs service) and select the Semantic Associates operation mode in the main menu, as shown in Figure 3.
2. Using the drop-down list of the select component named Models (in Ukrainian – Моделі) in Figure 4, choose the desired distributional semantic model, within which the computation of semantic associates will be carried out (by default the neural vector model for words representation "White Book" is used (using the "White Paper on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe" dataset), word2vec word embeddings algorithm with the dimension of 500d. The entity is a word, lemmatized, reduced to lower case. Hyperparameters of word2vec are: *-size 500 -negative 5 -window 5 -threads 24 -min_count 10 -iter 20*).
3. In the field of the input component named “Enter the word lemma,” specify the desired word lemma for which you want to compute semantic associates (for example, rehabilitation (in Ukrainian – реабілітація), as shown in Figure 3) and press the “Enter” key or the “Compute” button.
4. Semantic Associates will be displayed on the screen as shown in Figure 3 (by default, the first 100 associates for decreasing the cosine similarity coefficient are displayed) for the given lemma of the word rehabilitation (in Ukrainian – реабілітація) within the selected distributional semantic model "White Book".
5. Using the “Entity” (in Ukrainian – “Сутність”) element, the user can choose to display the semantic associates alphabetically as shown in Figure 5.

Using the “Cosine similarity” (in Ukrainian – “Косинусна близькість”) element, the user can choose to display the semantic associates by the cosine similarity coefficient (by increasing or decreasing) as shown in Figure 6.

Generation of semantic maps (using the open-source software toolkit TensorFlow, namely TensorBoard) of relations between words within the selected distributional semantic model. To use this function, you need to:

1. Open the GUI of the UkrVectōrēs SPA using the current version of Google Chrome, Mozilla Firefox, or Microsoft Edge web browser. To do this, enter

the following link in the address bar of the web browser: https://ukrvectores.ai-service.pp.ua/ (the link may differ, it depends on the deployment features of the UkrVectōrēs service) and select the Semantic map mode in the main menu, as shown in Figure 7.

2. Using the drop-down list of the select component named Models (in Ukrainian – Моделі) in Figure 7, choose the desired distributional semantic model, within which the computation of semantic associates will be carried out (by default the neural vector model for words representation "White Book" is used (using the "White Paper on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe" dataset), word2vec word embeddings algorithm with the dimension of 500d. The entity is a word, lemmatized, reduced to lower case. Hyperparameters of word2vec are: -size 500 -negative 5 -window 5 -threads 24 -min_count 10 -iter 20).

An example of visualization of the semantic associates of the lemma of the word “rehabilitation” (in Ukrainian – реабілітація) is shown in Figure 8.

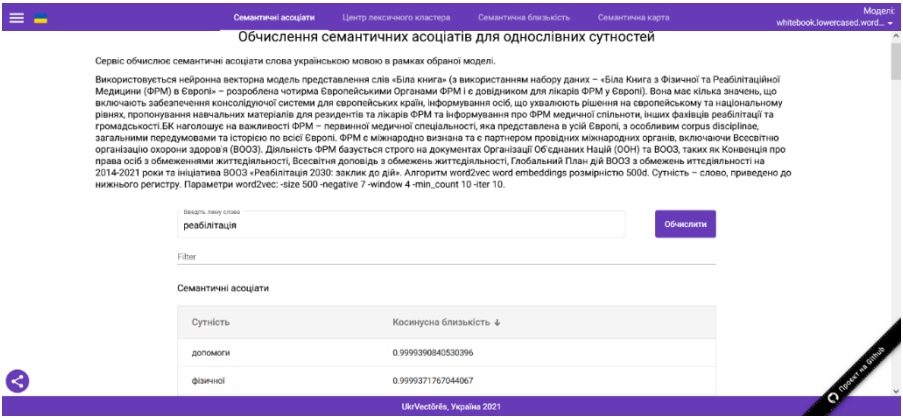



Figure 3: GUI of the UkrVectōrēs SPA Service (“Semantic Associates” Mode)

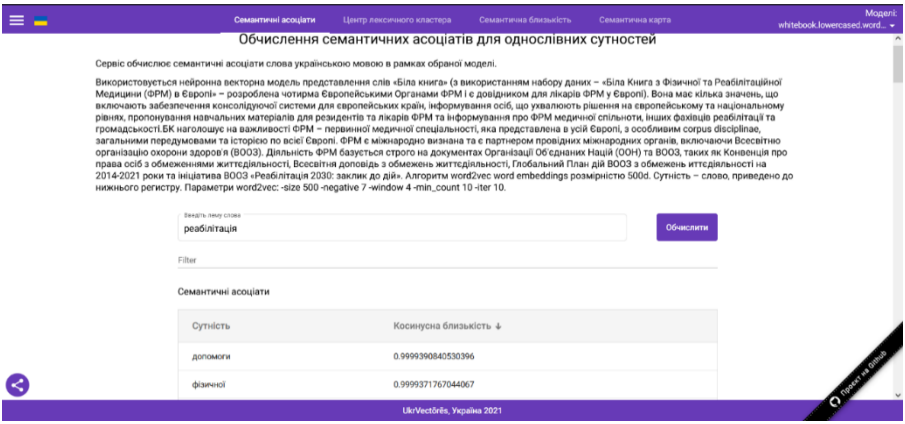



Figure 4: GUI of the UkrVectōrēs SPA Service (“Semantic Associates” Mode, the Select Component Called “Models”)

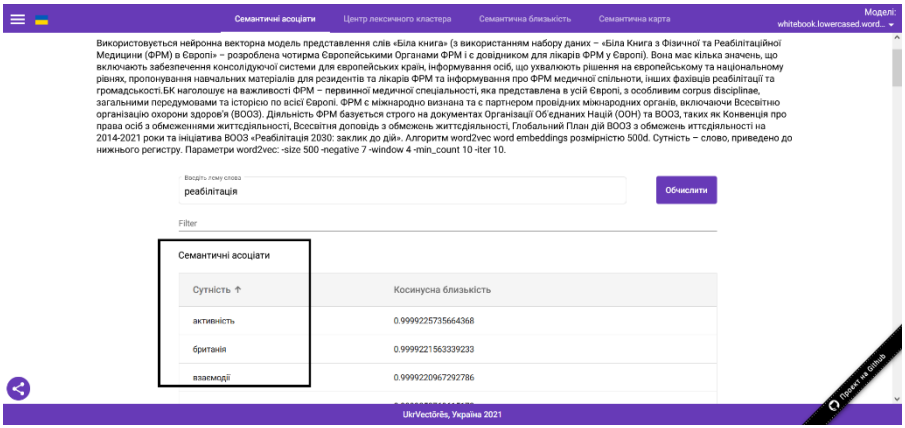



Figure 5: GUI of the UkrVectōrēs SPA Service (“Semantic Associates” Mode, the “Entity” Element)

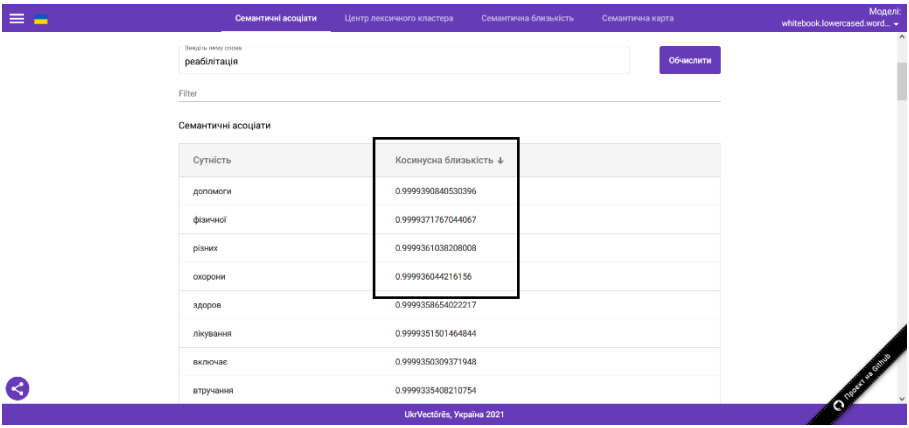



Figure 6: GUI of the UkrVectōrēs SPA Service (“Semantic Associates” Mode, the “Cosine Similarity” Element)

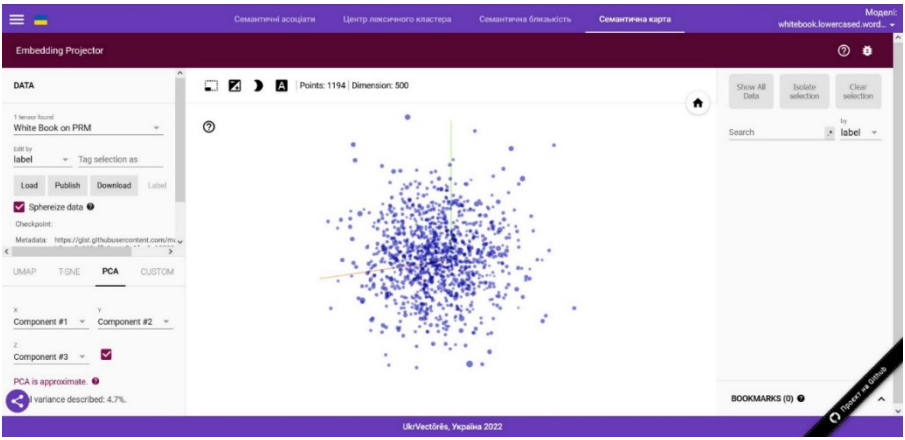



Figure 7: GUI of the UkrVectōrēs SPA Service (“Semantic Map” Mode)

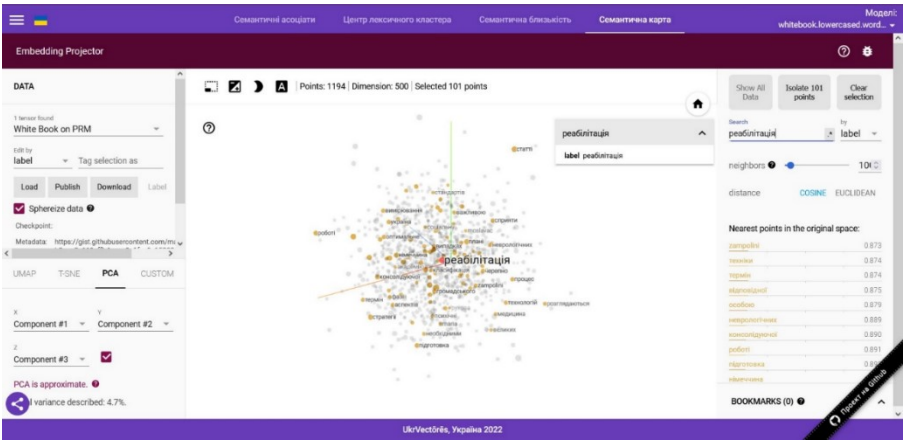



Figure 8: Visualization of the Semantic Associates of the Lemma of the Word in Ukrainian – реабілітація

The compilation & deployment technologies, and more detailed description of the source code of the UkrVectōrēs service, as well as the methodology for training the distributional semantic model of the vector representation of entities (using the dataset – "White Paper on Physical and Rehabilitation Medicine (PRM) in Europe"), are available in [40].

Currently, the most recent version of the UkrVectōrēs service is available at https://ukrvectores.ai-service.pp.ua and is free for use in R&D and teaching purposes.

### 6.5. **vHealth – цифрова бібліотека медіа-контенту.**
### **vHealth – the digital library of media content**

**Important note:** *The recent Russian's rocket shelling on critical infrastructure in Ukraine and Kyiv led to the shutdown of the https://vhealth.ai-service.pp.ua/ server.*

The digital library of media content of the Smart-system subsystem – the vHealth service [41] is a distributed information system that allows the storage, use, and sharing of various collections of electronic documents (video and audio content) of arbitrary domain areas, for distance learning of patients and their relatives, in particular, a rehabilitation set of exercises.

One of the main tasks and purposes of the vHealth service is the integration of information resources and efficient navigation within them. Integration of information resources is their unification to use different information while preserving its properties, presentation features, and the ability to process it. The pooling of resources can occur both physically and virtually. However, at the same time, such a combination should provide the user with the perception of the necessary

information as a single information space: an electronic library should ensure work with databases and high efficiency of the information search. Effective navigation in the electronic library is the ability of the user to find the information of interest to them in all available information space with the greatest completeness and accuracy at the least effort. To solve this problem, the vHealth service uses smart search based on predictive models of distributional semantics.

The vHealth service has the following features:

- complete control over media content and user data;
- support for multiple publishing workflows: public, private, unlisted, and custom;
- types of multiple media support: video, audio, image, pdf (and docx in future releases);
- multiple media classification options: categories, tags, and custom;
- intelligent information search in real time based on the predictive models of distributional semantics (lexical, symbolic, and attribute search);
- playlists for audio and video content: create playlists, add, and reorder content;
- SPA responsive design: including light and dark themes;
- advanced users' management: allows self-registration, invite only, closed;
- configurable actions: allows download, add comments, add likes, dislikes, report media;
- enhanced video player: customized video.js player with multiple resolution and playback speed options;
- multiple transcoding profiles: sane defaults for multiple dimensions (240p, 360p, 480p, 720p, 1080p) and multiple profiles (h264, h265, vp9);
- chunked file uploads: for pausable/resumable upload of content;
- logging of the user's session with the system with the ability to switch to each of the previously existing system states;
- manipulating the structure of the description of the media content object;
- support of the appliance of hypertext and hypermedia links, which provides the user with a quick transition from an object or its element to another interrelated object or element.

The compilation, deployment, and a more detailed description of the source code of the vHealth service, as well as the methodology of user interaction with the GUI of the vHealth application, require a separate review and is beyond the scope of this article. Currently, the most recent version of the vHealth service is available at https://vhealth.ai-service.pp.ua/ and is free for use for R&D and teaching purposes. To start working with the vHealth service, you need to be an authorized user (log in), so the demo account was created to demonstrate how the service works.

You can log in using the login and password of the demo profile account (login: demouser; password: JyMyuC6nMdD494T).

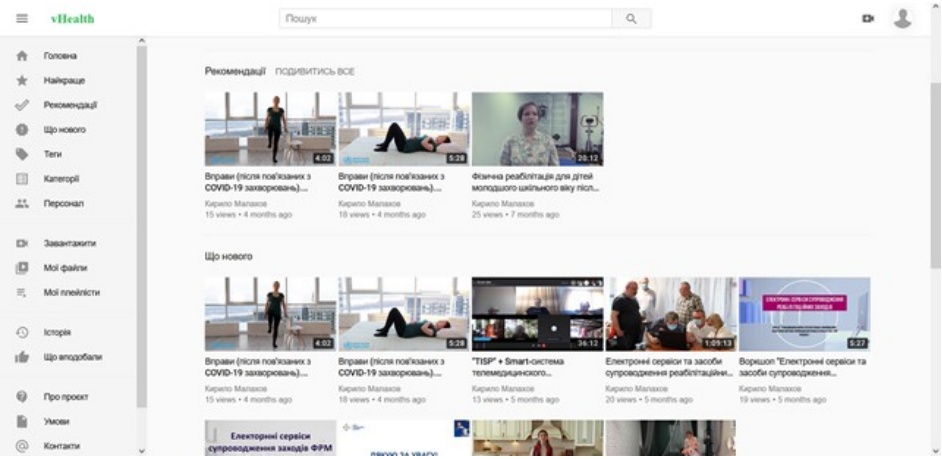



Figure 9: GUI of the vHealth app service (Home page)

## 6.6. **Висновки.**

**Conclusions**

The purpose of our research was to develop a formal model, software implementation, and the methodological foundations for the use of services of the remote Patient-centered Smart-system for providing medical rehabilitation assistance to patients in a pandemic.

In this chapter, we introduced and defined:

- the basic concepts of the new Hybrid E-rehabilitation notion and its fundamental foundations;
- the formalization concept of the new Patient-centered Smart-system for remote support of rehabilitation activities and services;
- the methodological foundations for the use of services (UkrVectōrēs and vHealth) of the remote Patient-centered Smart-system.
- The software implementation of the services of the Smart-system for remote support of rehabilitation activities and services has been developed, in particular:
- the digital library of media content of the telerehabilitation subsystem of TISP – the vHealth service;
- the UkrVectōrēs service – NLU-powered network tool for knowledge discovery, classification, diagnostics, and prediction.

The Institute's clinical research team (Kyrylo Malakhov – MSc, Researcher, Backend developer, DevOps engineer; Tetiana Semykopna – PhD, MD, Physical

medicine and rehabilitation (PM&R); Illya Chaikovsky – M.D., PhD multiple, FRMS, PMESC, Lead Researcher; Oleksandr Shchurov – MSc, junior researcher, frontend developer; Vladislav Kaverinsky – PhD, senior researcher of Department of Wear-Resistant and Corrosion-Resistant Powder Construction Materials in the I.N. Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NAS of Ukraine; and Oleksandr Palagin – scientific supervisor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, DSc, Professor, Deputy Director, Head of Microprocessor Technology Lab) is currently rehabilitating the military personnel of the Defense Forces of Ukraine with combat stress reaction and post-traumatic stress disorder using hybrid e-rehabilitation methods and techniques. These include remote patient monitoring with IoMT (Internet of Medical Things) devices, such as ultra-miniature ECG devices. The monitoring is conducted outside of the clinician's office. You can read more in detail in the article “Day with the soldiers of the territorial defense through the eyes of the Telegraph: how businessmen, teachers and musicians are prepared to fight back the occupiers (reportage)” on the Telegraph portal [47].

The team is also working to determine the physiological price (i.e., a decrease in functional reserve during activity) of the soldiers of the Defense Forces of Ukraine. The more significant the reduction of the functional reserve during activity, the higher the physiological price is paid. This is being done via miniature electrocardiographic hardware and software complexes.

Current research in the field of digital health and IoMT in Ukraine is creating innovative information technology for computerized electrocardiography. The main goal in creating this technology is to render subtle changes in the electrocardiographic signal (via IoMT devices, such as ultra-miniature ECG devices) that are invisible during routine analysis, more informative. To achieve this goal, the team created an original method and software for analyzing electrocardiograms and heart rate variability.

Progress has also been made on the conduct of an ECG examination outside the clinician's office using IoMT devices and the representation of the resulting analysis in a visual form that is understandable not only to specialists.

The conduct of rehabilitation and research in an active war zone with safety concerns, limited resources for research, and intermittent loss of power and water is very challenging. Despite the hardships of war, our dedicated team is actively and persistently working together in undisclosed locations.

## 6.7. **Міжнародна наукова співпраця у воєнний час. International scientific collaborations in wartime**

*Library Publishers Rally to Disseminate the Work of Ukrainian Scholars.*

The four authors of this blog post have an extraordinary story to tell about the way that the library publishing network was able to quickly facilitate the publication and dissemination of recent research work on telemedicine from Ukraine. We will tell this story in four parts and from four voices: the researcher's background, needs, and experience; the journal editor's work and connection; the referral from one library publisher to another; and ultimately, the monograph publication. Harrison W. Inefuku, Iowa State University, Ames, IA, USA

Kyrylo S. Malakhov, V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of The National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Lauren B. Collister, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA

Ellen R. Cohn, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA

*URLs:*

- https://librarypublishing.org/library-publishers-rally-to-disseminate-the-work-of-ukrainian-scholars/ (LPC website blog post);
- https://nrfu.org.ua/news/vzayemodiya-vydavnycztv-ssha-ta-vchenyh-z-ukrayiny/ (NRFU website blog post);
- https://incyb.kiev.ua/news/viyshla-drukom-monografiya-novi-informaciyni-tehnologi-modelyuvannya-ta-avtomatizaciya (Glushkov Institute of Cybernetics website blog post).

*ISfTeH's Global Connections for Sustainable Telehealth.*

The International Society for Telemedicine and eHealth (ISfTeH) is a federation of 45 national professional associations in the Telemedicine and eHealth space globally. The society also has institutional, corporate, and individual members in another 35 plus countries worldwide. As a global partner in digital health with a footprint in over 110 countries and territories, the mission of the ISfTeH since its inception 25 years ago has been to "facilitate the international dissemination of knowledge and experience in Telemedicine and eHealth and provide access to recognized experts in the field worldwide."

*Panel Discussion Title:* Telehealth in Crisis Situations – The Case of Ukraine

*Panel Discussion Speakers:* Ben Steinhafel (Moderator) Director of Policy and External Affairs, CTeL (Center for Telehealth & eHealth Law), USA Kyrylo Malakhov, MSc (Panelist) Researcher; Software Engineer/Developer (Back-end Web development), Glushkov Institute of Cybernetics, Ukraine Piotr Henryk Skarżyński, MD (Panelist) Doctor, Center of Hearing and Speech Medincus, World Hearing Center, Poland Milton Chen, PhD (Panelist) Co-Founder and CEO, VSee, USA

*URLs:*

- https://youtu.be/B97UaHN-ETk (keynote by Mr. Kyrylo Malakhov);
- https://www.isftehevents.org/ (official website of conference);
- https://www.dropbox.com/sh/1fsjsfqzvi0yfje/AABhXwehtH-PcAbhCHDmcnMZ6a?dl=0 (additional photos and videos of conference).

*Subgroup on technical issues and architecture of telemedicine within the Inter-departmental Working Group for the development of the concept of implementation of telemedicine in Ukraine.*

Active development of telemedicine in Ukraine, in particular, telerehabilitation.

*URLs:*

- https://youtu.be/uw0a4HAX7mc (Conceptual models of Clinical Data Repository implementation. Keynote speech by Mr. Kyrylo Malakhov at the meeting of the expert subgroup on technical issues and architecture of telemedicine in Ukraine within the framework of the Interagency Working Group on the development of the Concept for the implementation of telemedicine in Ukraine. Part of the meeting on 16.06.2022).

*Pitt Open Library Publishing (International Journal of Telerehabilitation).*

Special Issue: Research Status Report – Ukraine

This Special Issue of the International Journal of Telerehabilitation, published in May 2022 features work submitted from the V. M. Glushkov institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine in Kyiv, Ukraine. Authored by Oleksandr V. Palagin, Kyrylo S. Malakhov, Vitalii Yu. Velychko, and Tetiana V. Semykopna, the article is titled: Hybrid E-Rehabilitation Services: Smart-System for Remote Support of Rehabilitation Activities and Services.

*URLs:*

- https://telerehab.pitt.edu/ojs/Telerehab/issue/view/270 (Special Issue: Research Status Report – Ukraine);
- https://doi.org/10.5195/ijt.2022.6482 (Editor's Note: A Special Issue For Challenging Circumstances);
- https://doi.org/10.5195/ijt.2022.6480 (Hybrid e-rehabilitation services: SMART-system for remote support of rehabilitation activities and services);
- https://incyb.kiev.ua/news/viyshla-drukom-stattya-spivrobitnikiv-instituti-kibernetiki-v-mizhnarodnomu-zhurnali-the-international-journal-of-telerehabilitation (Glushkov Institute of Cybernetics website blog post).

*All-Ukrainian forum "Ukraine 30: Education and Science"*

The research results were presented by our team on the All-Ukrainian forum "Ukraine 30: Education and Science" in section – "Big data Ukraine platform".

*URLs:*

- https://www.dropbox.com/sh/jscmmr5hvem-lfyj/AAD26dTm7mEwucn0Aq3sL3fRa?dl=0 (additional photos from forum).

6.8. **Грантова підтримка.**

**Funding**

This study would not have been possible without the financial support of the National Research Foundation of Ukraine [9]. Our work was funded by Grant contracts:

– "Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP)" № 159/01/0245 (07.05.2021), application ID: 2020.01/0245 (2020–2021, project was successfully completed);

– "Development of the cloud-based platform for patient-centered telerehabilitation of oncology patients with mathematical-related modeling", application ID: 2021.01/0136 (2022–2023, project is still in progress).

6.9. **Висловлення подяки.**

**Acknowledgements**

The team of authors thanks Oleksandr Palagin, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine, Deputy Director for Research of the V.M. Glushkov institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Microprocessor Technology Department, who served as the scientific supervisor for this research.

Corresponding author Kyrylo Malakhov thanks Harrison W. Inefuku (Iowa State University, Ames, IA, USA), Lauren B. Collister (University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA), and Ellen R. Cohn (University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA) for their international support to preserve Ukrainian science in wartime and to scale up international scientific cooperation.

6.10. **Подальші дослідження.**

**Further research**

This study can be extended by future research in several directions, both in theory and in practice[3], [6], [48]. Further research is also planned in the definition and application of efficient mathematical methods for big data analysis; modeling and creating scenarios (workflows) for predicting and optimizing the entire complex of rehabilitation procedures and their routing using system tools; and

technologies, and experience in the development of rehabilitation systems and complexes that have already been tested by our team.

In a future study, our teams plan to implement HIS to optimize the time spent by specialists of the multidisciplinary team in the use of ICF in the rehabilitation of cancer patients (including breast cancer). Further research will aim to determine and apply effective mathematical methods of big data analysis, modeling and developing of prediction scenarios, and optimization of the full set of rehabilitation procedures and their routing. This will employ tools already tested in the team system, technologies, and experience in developing rehabilitation systems.

## 6.11. **Пам'яті.**
## **In memoriam**

We are deeply saddened to inform that Dr. Vitalii Yuriiovych Velychko passed away at the age of 60. In passing away, Vitalii leaves an enormous void, both in the scientific community and in the lives of his many friends. We express our sincere condolences to the family, friends and colleagues of the deceased in connection with this irreparable loss.

6.12. **Перелік посилань до розділу.**
**References**


[1] V. Velychko et al., Transdisciplinary intelligent information and analytical system for the rehabilitation processes support in a pandemic (TISP), 1st ed. V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, Ukraine; PROSVITA, Ukraine; ITHEA, Bulgaria, 2021. doi: 10.54521/ibs34.

[2] O. V. Palagin, K. S. Malakhov, V. Yu. Velychko, and T. V. Semykopna, "Hybrid e-rehabilitation services: SMART-system for remote support of rehabilitation activities and services," Int J Telerehab, no. Special Issue: Research Status Report – Ukraine, May 2022, doi: 10.5195/ijt.2022.6480.

[3] O. Palagin, V. Velychko, K. Malakhov, T. Semykopna, and I. Chaikovskyi, "Hybrid E-rehabilitation: Smart-System for Remote Support of Rehabilitation Activities and Services," IJ ITA, vol. 28, no. 4, Art. no. 4, Dec. 2021, doi: 10.54521/ijita28-04-p01.

[4] V. Velychko et al., New Information Technologies, Simulation and Automation. Iowa State University Digital Press, 2022. doi: 10.31274/isudp.2022.121.

[5] V. Velychko, K. Malakhov, O. Palagin, T. Semykopna, and O. Shchurov, "SMART-system for remote support of rehabilitation activities and services: formal model and applications development," Ukrainian journal of physical and rehabilitation medicine, vol. 9, no. 3–4, pp. 85–94, 2021, doi: 10.54601/2523-479X.2021.9.3-4.11.

[6] K. Malakhov, V. Velychko, O. Palagin, and V. Prykhodniuk, A Guide to TISP: Hospital Information System for Rehabilitation. Iowa State University Digital Press, 2022. doi: 10.31274/isudp.2022.126.

[7] A. F. Kurgaev and O. V. Palagin, "Rehabilitation According to the Biological Feedback," in 2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Cracow, Poland, Sep. 2021, pp. 1170–1175. doi: 10.1109/IDAACS53288.2021.9660953.

[8] A. V. Palagin, T. V. Semikopnaya, I. A. Chaikovsky, and O. V. Sivak, "Telerehabilitation: information and technological support, experience of application," kit, vol. 15, no. 16, pp. 35–44, Dec. 2020, doi: 10.31071/kit2020.16.15.

[9] The Government of Ukraine, "National Research Foundation of Ukraine," NRFU. https://nrfu.org.ua

[10] A. V. Palagin, M. G. Petrenko, V. Y. Velychko, K. S. Malakhov, and O. Karun, “Principles of design and software development models of ontological-driven computer systems,” PIM, vol. 2, no. 34, pp. 96–101, Oct. 2011, doi: 10.18372/2073-4751.2.9214.
[11] O. Palagin, M. Petrenko, and K. Malakhov, “Technique for designing a domain ontology,” Technique for designing a domain ontology, no. 10, 2011, Accessed: Dec. 04, 2022. [Online]. Available: http://dspace.nbuv.gov.ua/xmlui/handle/123456789/46447
[12] A. Palagin, M. Petrenko, V. Velychko, and K. Malakhov, “Development of formal models, algorithms, procedures, engineering and functioning of the software system ‘Instrumental complex for ontological engineering purpose,’” in CEUR Workshop Proceedings, Kyiv, Ukraine, May 2014, vol. 1843, pp. 221–232. [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-1843/221-232.pdf
[13] O. V. Palagin, V. Yu. Velychko, K. S. Malakhov, and O. S. Shchurov, “Research and development workstation environment: The new class of current research information systems,” in CEUR Workshop Proceedings, Kyiv, Ukraine, May 2018, vol. 2139, pp. 255–269. [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-2139/255-269.pdf
[14] V. Y. Velychko, K. S. Malahov, V. V. Semenkov, and O. Stryzhak, “Integrated Tools for Engineering Ontologies,” International Journal Information Models & Analyses, vol. 3, no. 4, pp. 336–361, 2014, [Online]. Available: http://www.foibg.com/ijima/vol03/ijima03-04-p03.pdf
[15] O. V. Palagin, K. S. Malahov, V. Yu. Velychko, and O. S. Shchurov, “Designing and program implementation of the subsystem for creation and use of the ontological knowledge base of the scientific employee publications,” PP, no. 2, pp. 72–81, 2017, doi: 10.15407/pp2017.02.072.
[16] K. S. Malakhov, A. P. Kurgaev, and V. Yu. Velychko, “Modern restful api dls and frameworks for restful web services api schema modeling, documenting, visualizing,” PP, no. 4, pp. 59–68, Dec. 2018, doi: 10.15407/pp2018.04.059.
[17] O. V. Palagin, V. Y. Velychko, K. S. Malakhov, and O. S. Shchurov, “Distributional semantic modeling: A revised technique to train term/word vector space models applying the ontology-related approach,” in CEUR Workshop Proceedings, Kyiv, Ukraine, Sep. 2020,

vol. 2866, pp. 342–353. [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-2866/ceur_342-352palagin34.pdf
[18] A. V. Palagin and N. G. Petrenko, “Methodological Foundations for Development, Formation and IT-support of Transdisciplinary Research,” J Automat Inf Scien, vol. 50, no. 10, pp. 1–17, 2018, doi: 10.1615/JAutomatInfScien.v50.i10.10.
[19] E. Shigekawa, M. Fix, G. Corbett, D. H. Roby, and J. Coffman, “The Current State Of Telehealth Evidence: A Rapid Review,” Health Affairs, vol. 37, no. 12, pp. 1975–1982, Dec. 2018, doi: 10.1377/hlthaff.2018.05132.
[20] “Center for Connected Health Policy Fall 2020 Telehealth Report,” PAVMT.org, Oct. 20, 2020. https://www.pavmt.org/blog-detail/center-connected-health-policy-fall-2020-telehealt (accessed Dec. 04, 2022).
[21] C. R. Doarn et al., “Federal Efforts to Define and Advance Telehealth—A Work in Progress,” Telemedicine and e-Health, vol. 20, no. 5, pp. 409–418, May 2014, doi: 10.1089/tmj.2013.0336.
[22] “Telehealth Fact Sheet | AHA.” https://www.aha.org/center/emerging-issues/market-insights/telehealth/telehealth-factsheet (accessed Dec. 04, 2022).
[23] F. Sasangohar, E. Davis, B. A. Kash, and S. R. Shah, “Remote Patient Monitoring and Telemedicine in Neonatal and Pediatric Settings: Scoping Literature Review,” J Med Internet Res, vol. 20, no. 12, p. e295, Dec. 2018, doi: 10.2196/jmir.9403.
[24] A. Makkar, R. M. Siatkowski, E. Szyld, A. Ganguly, and K. Sekar, “Scope of telemedicine in neonatology,” Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi, vol. 22, no. 5, pp. 396–408, May 2020, doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2001135.
[25] C. Markert, F. Sasangohar, B. J. Mortazavi, and S. Fields, “The Use of Telehealth Technology to Support Health Coaching for Older Adults: Literature Review,” JMIR Hum Factors, vol. 8, no. 1, p. e23796, Jan. 2021, doi: 10.2196/23796.
[26] T. O. Cole et al., “Patient Satisfaction With Medications for Opioid Use Disorder Treatment via Telemedicine: Brief Literature Review and Development of a New Assessment,” Front. Public Health, vol. 8, p. 557275, Jan. 2021, doi: 10.3389/fpubh.2020.557275.
[27] C. Kruse, B. Pesek, M. Anderson, K. Brennan, and H. Comfort, “Telemonitoring to Manage Chronic Obstructive Pulmonary Disease:

Systematic Literature Review," JMIR Med Inform, vol. 7, no. 1, p. e11496, Mar. 2019, doi: 10.2196/11496.
[28] D. J. Tauben et al., "Optimizing telehealth pain care after COVID-19," Pain, vol. 161, no. 11, pp. 2437–2445, Nov. 2020, doi: 10.1097/j.pain.0000000000002048.
[29] HRSA, "Uniform Data System Reporting Requirements for 2021 Health Center Data." HRSA, Aug. 16, 2021. Accessed: Aug. 18, 2022. [Online]. Available: https://bphc.hrsa.gov/sites/default/files/bphc/datareporting/pdf/2021-uds-manual.pdf
[30] C. Murphy, "Reimagining Virtual Care beyond COVID-19," ATA, Apr. 06, 2020. https://www.americantelemed.org/blog/reimagining-virtual-care-beyond-covid-19/ (accessed Aug. 18, 2022).
[31] WHO, "Digital health: transforming and extending the delivery of health services," WHO Regional Office for Europe. World Health Organization, 2020. [Online]. Available: https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/digital-health/news/news/2020/9/digital-health-transforming-and-extending-the-delivery-of-health-services
[32] M. Khoury and D. Dotson, "Public Health Impact of Digital Health: Reinventing the Wheel | Blogs | CDC," Genomics and Precision Health, Jan. 15, 2021. https://blogs.cdc.gov/genomics/2021/01/15/public-health-impact-2/ (accessed Aug. 18, 2022).
[33] "Telehealth Implementation Playbook." American Medical Association, 2022. Accessed: Aug. 18, 2022. [Online]. Available: https://www.ama-assn.org/system/files/ama-telehealth-playbook.pdf
[34] G. Bryant, "CMS Guidance for Remote Patient Monitoring (RPM)," ICD10monitor, Jun. 30, 2020. https://icd10monitor.com/cms-guidance-for-remote-patient-monitoring-rpm/ (accessed Aug. 18, 2022).
[35] G. Eysenbach, "What is e-health?," J Med Internet Res, vol. 3, no. 2, p. e20, Jun. 2001, doi: 10.2196/jmir.3.2.e20.
[36] "Main Difference Between eHealth and mHealth | ezTalks: Business Software Reviews & How-To." https://eztalks.com/healthcare/main-difference-between-ehealth-and-mhealth.html (accessed Dec. 04, 2022).
[37] A. Wernhart, S. Gahbauer, and D. Haluza, "eHealth and telemedicine: Practices and beliefs among healthcare professionals and medical students at a medical university," PLoS ONE, vol. 14, no. 2, p. e0213067, Feb. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0213067.

[38] A. A. Litvin, V. Yu. Velychko, and V. V. Kaverynskyi, “Tree-based semantic analysis method for natural language phrase to formal query conversion,” RIC, no. 2, pp. 105–113, Jul. 2021, doi: 10.15588/1607-3274-2021-2-11.
[39] “White Book on Physical and Rehabilitation Medicine (PRM) in Europe,” European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, vol. 54, no. 2, pp. 156–165, Apr. 2018, doi: 10.23736/S1973-9087.18.05144-4.
[40] V. Gladun, V. Velychko, and Y. Ivaskiv, “Selfstructurized Systems,” Information Theories & Applications, vol. 15, no. 1, pp. 5–13, 2008, Accessed: Dec. 04, 2022. [Online]. Available: http://www.foibg.com/ijita/vol15/ijita15-1-p01.pdf
[41] O. V. Chebanyuk, “An Approach of Text to Model Transformation of Software Models,” in Proceedings of the 13th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering, Funchal, Madeira, Portugal, 2018, pp. 432–439. doi: 10.5220/0006804504320439.
[42] S. Bhowmik, Cloud computing. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2017.
[43] “Jitsi Meet.” Jitsi, Dec. 04, 2022. Accessed: Dec. 04, 2022. [Online]. Available: https://github.com/jitsi/jitsi-meet
[44] K. Malakhov and O. Shchurov, “docsim / UkrVectōrēs.” Apr. 12, 2022. Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: https://github.com/malakhovks/docsim
[45] K. Malakhov, “vHealth – modern web platform for viewing and sharing media (streaming video training service, for distance learning of patients, in particular, a rehabilitation complex of exercises),” vHealth. https://vhealth.ai-service.pp.ua/ (accessed Dec. 05, 2022).
[46] P. D. Turney and P. Pantel, “From frequency to meaning: vector space models of semantics,” J. Artif. Int. Res., vol. 37, no. 1, pp. 141–188, Jan. 2010.
[47] Y. Zabielina, “Day with the soldiers of the territorial defense through the eyes of the Telegraph: how businessmen, teachers and musicians are prepared to fight back the occupiers (reportage),” Telegraph, Nov. 10, 2022. https://telegraf.com.ua/ukr/ukraina/2022-11-10/5722305-den-z-tro-ochima-telegrafu-yak-biznesmeniv-vchiteliv-ta-muzikantiv-gotuyut-davati-vidsich-okupantam-reportazh (accessed Feb. 08, 2023).

[48] K. Malakhov, “Letter to the Editor – Update from Ukraine: Rehabilitation and Research,” Int J Telerehab, vol. 14, no. 2, pp. 1–2, Oct. 2022, doi: 10.5195/ijt.2022.6535.

**Загальні висновки**

Монографія присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми визначення індивідуальної оперативної готовності військовослужбовців до виконання завдання. Актуальність проблеми зумовлена тим, що функціональний та психоемоційний стан військовослужбовця є одним з вирішальних чинників, які впливають на успішність виконання завдань під час перебування у бойових умовах. Це підтверджується досвідом бойових дій Збройних Сил України в операції об’єднаних сил. За таких обставин моніторинг функціонального та психоемоційного стану військовослужбовців як під час перебування у бойових умовах, так і під час підготовки військовослужбовців до виконання бойових завдань набуває особливого значення.

Аналіз вивчення вихідного рівня знань військовослужбовців показує, що для підготовки сучасного фахівця необхідно володіти достатнім обсягом професійних знань і умінь. При цьому військовослужбовець повинен використовувати ці знання і уміння у будь-яких умовах, включаючи екстремальні умови бойового застосування. Важливою умовою адекватної реалізації знань і умінь військовослужбовця є попередження критичного перевищення його фізіологічних та функціональних можливостей, а також прогнозування готовності до участі у тривалих бойових операціях. Подолати усі суперечності можна лише за умов упровадження новітніх технологій у процес підготовки військовослужбовців, які сприяли б підвищенню якості навчання, а саме створення технології навчання в професійній підготовці військовослужбовців на основі психолого-педагогічної методики організації взаємодії людини з комп’ютерною системою з урахуванням психоемоційного стану військовослужбовців.

В монографії представлені результати систематичних досліджень, що здійснюються в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова і спрямовані на розроблення портативних програмно-апаратних комплексів для моніторингу функціонального та психоемоційного стану військовослужбовців і визначення індивідуальної оперативної готовності військовослужбовців до виконання завдання.

Представлені результати є теоретичним підґрунтям для моніторингу функціонального та психоемоційного стану військовослужбовців в процесі їх підготовки на тренажерних комплексах. Дані моніторингу дозволять збільшувати навчальне навантаження на військовослужбовця без перевищення

його критичної межі. Це сприятиме формуванню у військовослужбовців навичок адекватно діяти в критичних ситуаціях, а також підвищенню рівня їх підготовки до виконання завдань в екстремальних умовах бойового застосування. Отримані результати можуть допомогти підняти рівень підготовки військовослужбовця до виконання бойових завдань.

Разом з тим отримані результати спрямовано на створення методів і засобів, що дозволять об'єктивно провести професійний добір, визначати індивідуальну оперативну готовність кожного військовослужбовця до виконання завдань, попереджати критичне перевищення його фізіологічних та функціональних можливостей, а також прогнозувати готовність до участі у тривалих бойових операціях. Описані в монографії методи і засоби можуть розглядатися як основний інструмент для підтримки прийняття рішень командира щодо виконання бойових завдань.

Дослідження проведені в рамках:

– Цільової науково-технічної програми Національної академії наук України «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави»

– Грантового проєкту НФДУ "Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)", номер заявки: 2020.01/0245 (2020–2021, проєкт успішно реалізовано);

– Грантового проєкту НФДУ "Розробка хмарної платформи пацієнт-центричної телереабілітації онкологічних хворих на основі математичного моделювання", номер заявки: 2021.01/0136 (2022–2023, проєкт в процесі реалізації).

**Наукове видання**

Чайковський Ілля Анатолійович
Дихановський Віктор Миколайович
Малахов Кирило Сергійович
Михайло Миколайович Бочаров

# ВІЙСЬКОВА МЕДИЦИНА: МЕТОДИ КОНТРОЛЮ, ПІДВИЩЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ БОЙОВОЇ ГОТОВНОСТІ ТА ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

**Монографія**

Надруковано в авторській редакції

Верстальник, дизайнер обкладинки, коректор: *К.С. Малахов*

**IOWA STATE UNIVERSITY DIGITAL PRESS**
**2023**

**Scientific publication (issue)**
**Monograph**

Published in the author's edition


| | |
|---|---|
| Illya Chaikovsky | M.D., PhD multiple, FRMS, PMESC, Lead Researcher, Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine.<br>https://orcid.org/0000-0002-4152-0331<br>illya.chaikovsky@gmail.com |
| Viktor Dykhanovskyi | DSc (Doctor of Sciences in Technical Sciences), Colonel of Armed Force of Ukraine, Lead Researcher, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine.<br>https://orcid.org/0000-0002-1600-3973<br>044873@ukr.net |
| Kyrylo Malakhov | MSc, Researcher, Backend developer, DevOps engineer, Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Member of the expert subgroup on technical issues and architecture of telemedicine within the Interdepartmental Working Group for the development of the concept of implementation of telemedicine in Ukraine.<br>https://orcid.org/0000-0003-3223-9844<br>k.malakhov@incyb.kiev.ua;<br>k.malakhov@outlook.com<br>https://linktr.ee/malakhovks |
| Michael Bocharov | PhD (Candidate of Military Sciences), Colonel of Armed Force of Ukraine, Head of Research Laboratory Moral and Psychological Support of Troops (Forces) Activity Department, Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine.<br>https://orcid.org/0000-0001-9198-3855<br>mboch75@gmail.com |


# MILITARY MEDICINE: METHODS OF CONTROL, IMPROVEMENT IN INDIVIDUAL COMBAT READINESS AND TELEREHABILITATION OF MILITARY PERSONNEL

**IOWA STATE UNIVERSITY DIGITAL PRESS**
**2023**