

ГУТЧЕНКО Катерина Сергіївна,

кандидат медичних наук,
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0009-0008-6377-7745>

КОЗАЧУК В'ячеслав Леонідович,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-0207-7461>

ВОРОБІЙОВ Андрій Вікторович

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-1689-3128>

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

У статті розглянуто актуальну проблему визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців у сучасних умовах. Виявлено, що традиційні методи моніторингу стохастичних процесів, яким є її медико-психологічна реабілітація особового складу Збройних Сил України, мають суттєве обмеження, оскільки не враховують різну інтенсивність змін окремих показників (наприклад, психологічних, фізіологічних, соціальних) для кінцевого результату реабілітації, що знижує їхню практичну доцільність. **Мета статті.** Викладення методичного підходу до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців для оцінювання її ефективності в сучасних умовах.

Методи дослідження. У роботі використано теорему Котельникова, яка дає змогу перетворити будь-яку безперервну функцію зі спектром, що обмежений смугою частот від нуля до верхньої межі F_0 , у послідовність її миттєвих значень, які отримані через інтервали $T_0 \leq 1/2 F_0$. Зазначений методичний підхід дав змогу визначити науково обґрунтовані інтервали квантування часу процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України.

Отримані результати дослідження. Запропоновано методичний підхід до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України для оцінювання її ефективності в сучасних умовах. В основу підходу покладено припущення щодо безперервності (квазібезперервності) процесу моніторингу, тому є можливим застосування теореми Котельникова. Застосування методу дасть змогу підвищити точність оцінювання ефективності заходів реабілітації з метою відновлення боєздатності військовослужбовців. Корегування параметрів моніторингу в реальному часі сприяє адаптації системи до індивідуальних особливостей кожного військовослужбовця в умовах нестаціонарності процесу медико-психологічної реабілітації. На практичному прикладі продемонстровано працездатність запропонованого методичного підходу.

Елементи наукової новизни. Вперше запропоновано методичний підхід до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України для оцінювання її ефективності в сучасних умовах, який базується на застосуванні теореми Котельникова, що дає змогу отримати науково обґрунтовані значення часових інтервалів спостереження за медико-психологічною реабілітацією.

Теоретичне та практичне значення статті. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення методичного забезпечення процесів оцінювання, планування та виконання заходів медико-психологічної реабілітації, що сприятиме підвищенню ефективності прийняття управлінських рішень у Збройних Силах України.

Ключові слова: моніторинг, медико-психологічна реабілітація, теорема Котельникова, інтервал квантування часу, дискретність спостереження, випадковий процес, Збройні Сили України.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасні умови діяльності особовий склад, що зумовлює підвищення ролі Збройних Сил України супроводжуються значним системи медико-психологічної реабілітації психоемоційним і фізіологічним навантаженням на військовослужбовців як складової забезпечення

відновлення їхньої боєздатності [1]. Ефективність медико-психологічної реабілітації визначається у процесі об'єктивного оцінювання змін психофізіологічного стану військовослужбовців під час реабілітації [2]. Одним із основних інструментів для такого оцінювання є *моніторинг* – процес, який передбачає систематичне спостереження, вимірювання та аналіз сукупності показників, які характеризують стан військовослужбовця у часі. Моніторинг та оцінювання ефективності стають саме тими інструментами, які дають змогу трансформувати суб'єктивні спостереження за станом окремого військовослужбовця в об'єктивні статистичні дані, придатні для прийняття управлінських рішень. Разом із тим, у практиці медико-психологічної реабілітації моніторинг здійснюється здебільшого без належного наукового обґрунтування його параметрів – насамперед таких, як тривалість вимірювання, період виконання замірів, скважність моніторингу, помилка моніторингу тощо.

Процес медико-психологічної реабілітації характеризується змінністю показників стану, індивідуальними особливостями перебігу відновлення та впливом умов проходження служби і лікування [3]. За таких обставин, використання фіксованих або емпірично визначених інтервалів спостереження не завжди забезпечує достатню повноту і точність відображення динаміки змін стану військовослужбовців. Так, збільшення інтервалів між вимірюваннями може призводити до несвоєчасного виявлення негативних змін стану, тоді як надмірно частий контроль зумовлює необґрунтоване навантаження на персонал та систему оброблення даних [4].

У зв'язку з цим, актуальним є завдання науково обґрунтованого визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців. Вирішення зазначеного завдання доцільно здійснювати із застосуванням методів математичного аналізу динамічних процесів та статистичної обробки медичних даних, що сприяє встановленню зв'язку між характером змін показників стану та параметрами їх спостереження у часі [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання моніторингу змін стану людини у процесі лікування та реабілітації розглядаються в наукових працях, присвячених аналізу динаміки показників здоров'я, статистичній обробці медичних даних та дослідженню змін певних показників у часі. У зазначених роботах показано, що вірогідність оцінювання динаміки стану значною мірою залежить від вибору інтервалів спостереження та регулярності вимірювань [5; 6].

У медичній та військово-медичній літературі моніторинг психофізіологічного стану розглядається як необхідна умова контролю ефективності лікувальних і реабілітаційних заходів. Водночас, параметри моніторингу, як правило, визначаються відповідно до клінічних рекомендацій або на основі

узагальненого практичного досвіду без детального кількісного обґрунтування [1; 4].

У працях, присвячених аналізу часових послідовностей показників стану пацієнтів, запропоновано використовувати методи апроксимації для виявлення динаміки змін медичних параметрів між моментами вимірювань [6]. Зазначені підходи дозволяють оцінювати похибку відновлення, однак потребують адекватної моделі зміни показників та значних обчислювальних ресурсів, що обмежує їх практичне застосування.

Дослідження у сфері військової медицини та психології зосереджені переважно на питаннях діагностування, лікування та реабілітації військовослужбовців після бойових травм і тривалого впливу стресових факторів [3; 7]. Водночас, у більшості таких робіт параметри процесу моніторингу стану особового складу визначаються описово і не мають формалізованого методичного обґрунтування.

Отже, аналіз наукових джерел свідчить про недостатню розробленість підходів до визначення параметрів моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців, що зумовлює необхідність розроблення методичного підходу, орієнтованого на об'єктивне оцінювання динаміки змін їхнього стану в процесі реабілітації.

Метою статті є викладення методичного підходу до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців для оцінювання її ефективності в сучасних умовах.

Практичне впровадження запропонованого методичного підходу до обґрунтування параметрів моніторингу дозволить суттєво підвищити точність та релевантність оцінювання ефективності функціонування медико-психологічної реабілітації. Це забезпечить можливість об'єктивізації контролю за станом особового складу Збройних Сил України та інших військових формувань, що є важливим для забезпечення максимально повного та своєчасного відновлення їхньої боєздатності в сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу дослідження

Перед розглядом методичного підходу до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації військовослужбовців для оцінювання її ефективності в сучасних умовах, слід навести деякі дефініції та терміни, які, на жаль, не завжди заздалегідь враховують під час проведення моніторингу. Тут і далі по тексту терміни визначаються згідно дослідження [8]. Насамперед, це стосується таких складних та стохастичних процесів, як медико-психологічна реабілітація. *Об'єктом моніторингу* є системи, процеси, явища і події, на які спрямована діяльність суб'єкта моніторингу. Залежно від можливості впливу на нього суб'єкта моніторингу *об'єкти моніторингу* підрозділяють на такі, які управляються, та такі, які не управляються.

Процеси медико-психологічної реабілітації військовослужбовців – це об'єкти моніторингу, які управляються, тобто на них має здійснюватися вплив.

Також слід визначитися з поняттям модель моніторингу. Під *моделью моніторингу* слід розуміти опис (математичний, вербальний, графічний, логічний тощо) процесу спостереження за об'єктом моніторингу. Дослідження моделі моніторингу дозволяє отримати інформацію про стан об'єкта моніторингу та здійснити прогнозування його стану (зрозуміло, що лише за умови виконання певних принципів побудови моделі моніторингу). Моніторинг являє собою комплексний процес, тому, як свідчить досвід, під час моніторингу слід дотримуватись таких найважливіших принципів [8]:

варіантність – розроблення декількох варіантів моніторингу, виходячи з особливостей базової гіпотези, мети та моніторингового фону;

верифіковність – перевірка вірогідності, точності та обґрунтованості моніторингу;

помилка моніторингу – апостеріорна величина, яка характеризує відхилення значення певного параметра моніторингової моделі від дійсного стану об'єкта моніторингу;

період базування моніторингу – проміжок часу, за який отримують дані спостереження, що складають основу для формування моделі об'єкта моніторингу;

безперервність – принцип моніторингу, який потребує корегування моделі моніторингу по мірі необхідності під час отримання нових даних про об'єкт моніторингу.

З погляду *безперервності в часі*, моніторинг можна поділити на безперервний та періодичний. Власне кажучи, будь-який моніторинг є періодичним, тому що фізично неможливо здійснити безперервну фіксацію значень контрольованих параметрів. Але умовно безперервним моніторингом можна назвати такий, у якого відношення періоду контролю до його тривалості прагне до одиниці

$$\left(\frac{\Delta t + \Theta}{\Theta} \rightarrow 1 \right), \quad (1)$$

де Δt – інтервал часу між закінченням i -ої операції та початком $i+1$ операції;

Θ – тривалість однієї операції (вважається, що Δt , $\Theta = \text{const}$).

Тривалість операції моніторингу – часовий інтервал безпосереднього спостереження за об'єктом моніторингу та фіксації значень параметрів, що контролюються (рис. 1).

Виходячи з попереднього визначення, слід ввести таке поняття, як *скважність моніторингу*, що можна позначити як g – відношення періоду однієї ітерації спостереження та фіксації значень параметрів, що контролюються, $(\Delta t + \Theta)$, до тривалості операції моніторингу [8]:

$$g = \frac{\Delta t + \Theta}{\Theta}, \quad (2)$$

Зрозуміло, що в даному випадку наведено лише основні поняття здійснення моніторингу, запропоновані деякі базові показники, необхідні для даного методичного підходу. Також слід зазначити, що

перелік та зміст наведених дефініцій за необхідності можуть бути розширені, доповнені, деталізовані.

Однією з головних цілей моніторингу стану особового складу як об'єкту моніторингу є виявлення динаміки зміни значень параметрів медико-психологічного стану. У загальному випадку під станом об'єкту моніторингу розуміють сукупність якостей, що змінюються у процесі реабілітації та відновлення, які характеризують його функціональну пристосованість у певних умовах життєдіяльності. Як правило, рівень відновлення визначається шляхом оцінювання показників стану, серед яких слід виділити, у першу чергу, вимірювані показники та розраховані показники.

Вимірювані показники стану – це показники, які можна представити у вигляді значень вимірюваних параметрів (психофізіологічних характеристик) об'єкту моніторингу. *Розраховані показники* – це показники якостей об'єкту моніторингу, зокрема, узагальнений показник медико-психологічної реабілітації, який обчислюють за різноманітними алгоритмами на основі значень вимірюваних показників.

Основним способом оцінювання ефективності медико-психологічної реабілітації є збирання, оброблення та аналіз отриманої внаслідок вимірювання та обчислення інформації про стан об'єкта. *Збір інформації* – це процес отримання та розподілу усіх значень вимірюваних показників. *Оброблення інформації* – це процес отримання оцінок значень вимірюваних показників на основі зібраних даних, які характеризують певним показником ступеню довіри до цих оцінок. Метою аналізу є отримання узагальнених оцінок, які вказують або на ступінь відновлення боєздатності, або на місце та вид виниклого психоемоційного чи фізіологічного розладу (кризи).

Внаслідок моніторингу медико-психологічної реабілітації формується база накопичених даних про стан військовослужбовців, що дає змогу прогнозувати динаміку одужання та попереджати появу критичних станів (декомпенсацій). На нашу думку, у процесі моніторингу, як діагностична інформація, можуть бути використані: результати поточного контролю, дані вимірювань параметрів життєдіяльності та архівні дані попередніх етапів медико-психологічної реабілітації.

Для здійснення моніторингу потрібна система пристроїв, яка має такі технічні засоби [8]: сукупність вимірювачів (датчиків пульсу, тиску, частоти дихання тощо), які розташовані на контрольованих суб'єктах (військовослужбовцях, які проходять медико-психологічну реабілітацію) та зв'язані з пунктом контролю за допомогою дротового або бездротового з'єднання; сервер для збору, оброблення та зберігання отриманої інформації і пристрій для відображення результатів моніторингу. Тому, з технічного погляду, практична реалізація системи моніторингу стану особового складу проблем не викликає.

Але, разом із тим, залишається не вирішеним питання визначення дискретності фіксації значень

параметрів медико-психологічної реабілітації, що спостерігаються. Тобто мова йде про визначення параметрів процесу моніторингу, зокрема, інтервалів квантування часу Δt_i . На рис. 1 у загальному вигляді показано зміна контрольованого параметру ξ , що характеризує певний фізіологічний або психологічний стан військовослужбовця під час медико-

психологічної реабілітації. Наведена на графіку (рис. 1) зміна параметрів під час моніторингу апроксимується деякою кривою – обраною моделлю моніторингу..

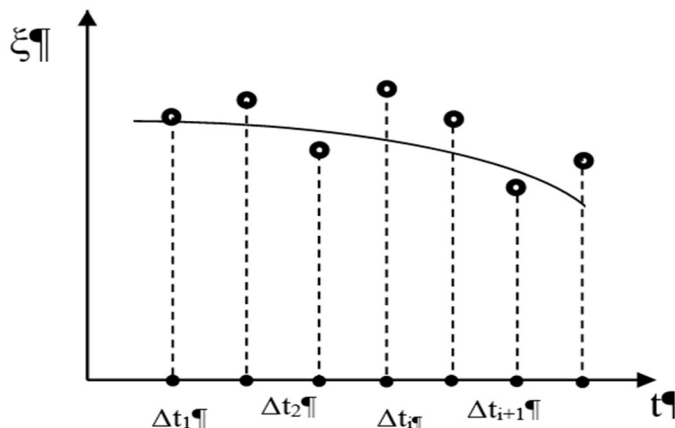


Рисунок 1 – Порядок визначення дискретності фіксації значень параметрів медико-психологічної реабілітації

Спостереження під час моніторингу здійснюється з часовим інтервалом Δt_i , який визначається як різниця між $t_{i+1} - t_i$. Вирішення цього завдання стає можливим за умови застосування теореми Котельникова [8], формулювання якої у цьому випадку таке: будь-яку безперервну функцію зі спектром, що обмежений смугою частот від нуля до F_e , можна однозначно розрахувати послідовністю її миттєвих значень, які отримані через інтервали $T_0 \leq 1/2 F_e$ з виразу (3):

$$\tilde{x}(t) = \sum_{t=-\infty}^{\infty} x(iT_D) \frac{\sin 2pF_e(t-iT_D)}{2pF_e(t-iT_D)}, \quad (3)$$

Для медичної практики це означає, наприклад, таке. Якщо психологічний стан військовослужбовця змінюється дуже швидко (наприклад, при посттравматичному стресовому розладі спостерігаються часті «флешбеки» або різкі коливання настрою, що відповідає високій частоті F_e), то інтервал між діагностичними заходами T_0 має бути

мінімальним. Якщо ж процес реабілітації протікає спокійно і повільно, частоту контролю можна зменшити без ризику втратити важливу інформацію.

Теорему Котельникова також можна використовувати й для випадкових сигналів. У цьому випадку вона формулюється так: для випадкового процесу з односторонньою спектральною щільністю, яка відповідає умові $G_x(f) = 0$ при $f > F_e$ ряд приймає вигляд (4):

$$\sum_{t=-\infty}^{\infty} X(iT_D) \frac{\sin 2pF_e(t-iT_D)}{2pF_e(t-iT_D)}, \quad (4)$$

де $X(iT_0)$ – випадкові величини, що є значеннями випадкового процесу, які отримані через інтервали часу $T_0 = 1/2F_e$.

Приклад розрахунку. Припустимо, що процес відновлення певного показника описується експоненційною функцією – $x(t) = \exp(-\beta t)$.

Спектр експоненційної функції є рівним (5):

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt = -\frac{1}{\beta+i\omega} e^{-t(\beta+i\omega)} \Big|_0^{\infty} = -\frac{1}{\beta+i\omega} (0-1) = \frac{1}{\beta+i\omega}, \quad (5)$$

де ω – частота спектру.

Отже, спектральна функція є величиною комплексною. Її модуль визначається так (6):

$$|X(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + \omega^2}} = \frac{1/\beta}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\beta}\right)^2}}, \quad (6)$$

Якщо позначити $T = \frac{1}{\beta}$, то (7, 8):

$$x(t) = \exp(-t/T), \quad (7)$$

та

$$|X(\omega)| = \frac{T}{\sqrt{1 + (\omega T)^2}}, \quad (8)$$

Слід відмітити, якщо $\omega \rightarrow \infty$, то $|X(\omega)| \rightarrow 0$.

Таким чином, необхідно визначити верхню межу – ω_{zp} . Якщо $\omega = \frac{1}{T}$, то $|X(\omega)| = \frac{T}{\sqrt{2}}$, а за умов $\omega = \frac{2}{T}$,

$|X(\omega)| \approx 0,45T$ (рис. 2).

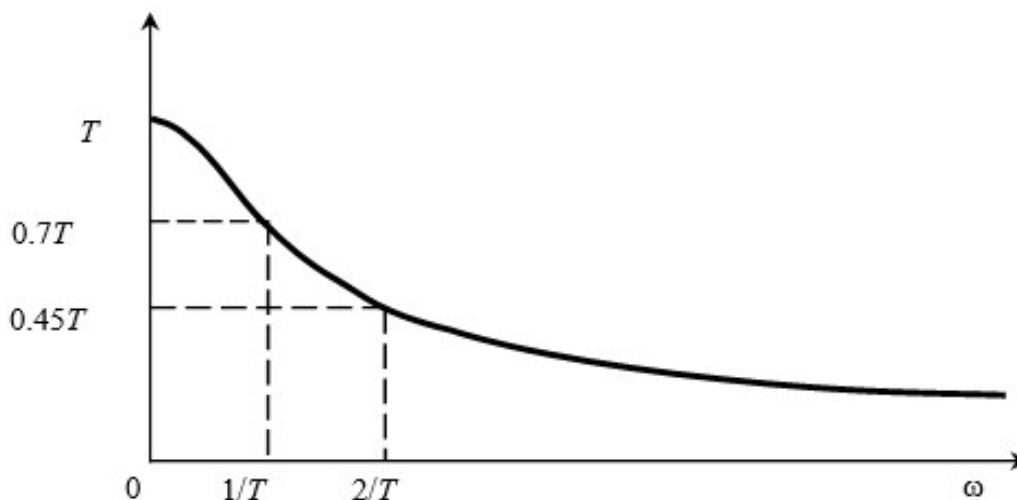


Рисунок 2 – Модуль спектра експоненційної функції

Отже, якщо обрати значення $|X(\omega)| \approx 0,45T$, то $\omega_{zp} = F\epsilon = \frac{2}{T}$. Звідси $T_d = 1/2F\epsilon = T/4$, а оскільки $T = \frac{1}{\beta}$, то $T_d = 1/4\beta$.

Це дає змогу встановити оптимальний крок моніторингу, що гарантує збереження інформації про стан пацієнта. Крім того, приймається гіпотеза, що процес зміни значень параметра $\zeta(t)$, що спостерігається, є стаціонарним. У цьому випадку значення дискретності часу фіксації значень процесу зміни параметрів визначається, виходячи з передбачуваної моделі процесу змін значень параметру $\zeta(t)$ (зазвичай, як модель такого процесу вибирається часовий ряд). Для формування моделі відповідно до результатів моніторингу процесу змін значень параметру $\zeta(t)$ будується апроксимуюча функція. Отримання такої функції в аналітичному вигляді дає можливість розрахувати її, після чого, виходячи зі значень верхньої граничної частоти спектра апроксимуючої функції, згідно з теоремою Котельникова, розраховується значення дискретності часу фіксації значень параметрів Δt . Слід відмітити, що за виконання умови стаціонарності (квазістаціонарності) процесу на інтервалі спостереження значення $\Delta t = \text{const}$.

Однак реальні процеси зміни стану людини найчастіше не є стаціонарними і в цьому випадку може знадобитися корекція як моделі, так, відповідно, й значення дискретності часу фіксації. Для цього в

кожній точці фіксації t_i ($t_i \in T$, T – інтервал моніторингу параметра $\zeta(t)$) значень параметра $\zeta(t)$ здійснюється розрахунок $\frac{d\zeta}{dt}$. Якщо $\left|\frac{d\zeta}{dt}\right| \approx 0$, то модель

процесу зміни значень параметра, що контролюється, не корегується, та відповідно на інтервалі спостереження значення $\Delta t = \text{const}$. Якщо після чергового кроку контролю, який здійснений в точці t_j , виконується умова $\left|\frac{d\zeta}{dt}\right| \gg 0$, то знову виконується

розрахунок спектру функції, її верхньої частоти та відповідно розраховується дискретність інтервалу спостереження Δt_{i+1} . Таким чином здійснюється корегування дискретності спостереження.

Якщо після чергового кроку контролю, який здійснений в точці Δt_i , виконується умова $\frac{d\zeta}{dt} \neq \text{const}$,

то ітерація повторюється: знову виконується розрахунок спектру функції, її верхньої частоти та відповідно розраховується дискретність інтервалу спостереження Δt_{i+1} .

Блок-схема алгоритму формування та уточнення моделі моніторингу наведено на рис. 3. Слід відмітити, що визначення Δt_i на початковому етапі формування моделі моніторингу (перші 4 блоки блок-схеми алгоритму) здійснюється на основі апостеріорних значень параметрів стану пацієнта. Для їхнього визначення використовують або умовно-нормативні дані, або дані, які отримані під час спостереження за станом пацієнта.

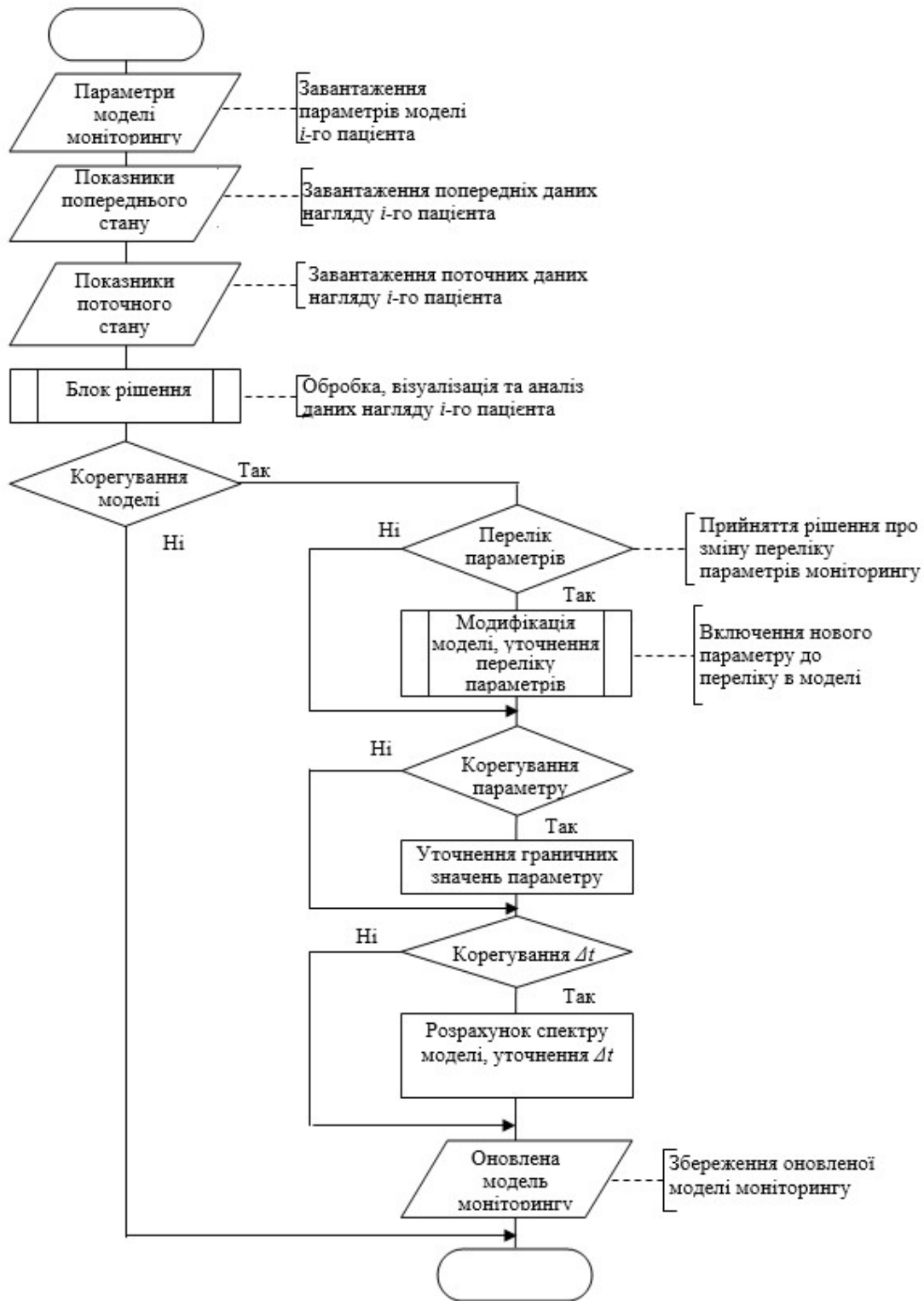


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму формування та уточнення моделі моніторингу

Висновки

Запропоновано методичний підхід до визначення параметрів процесу моніторингу медико-психологічної реабілітації особового складу для оцінювання її ефективності в сучасних умовах. В основу підходу покладено розрахунок дискретності спостереження процесу зміни медико-психологічних показників стану військовослужбовців. Застосування

методу дасть змогу підвищити точність оцінювання ефективності заходів реабілітації з метою відновлення боєздатності. Корегування параметрів моніторингу в реальному часі сприяє адаптуванню системи та процесів медико-психологічної реабілітації до індивідуальних особливостей кожного військовослужбовця в умовах нестаціонарності процесу медико-психологічної реабілітації.

Перспективи і напрями подальших досліджень. Доцільним є проведення експериментальної перевірки запропонованого підходу в різних умовах медико-психологічної реабілітації та оцінювання його ефективності на різних етапах відновлення боєздатності особового складу.

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфліктів інтересів, що впливають на результати дослідження.

Фінансування. Фінансування дослідження не здійснювалося.

Список бібліографічних посилань

1. Гутченко К. С., Козачук В. Л., Гутченко А. Г. Методика оцінювання ефективності медико-психологічної реабілітації військовослужбовців Збройних Сил України. *Науковий вісник Київського інституту Національної гвардії України*. 2025. №1(6). С. 55-60. DOI: <https://doi.org/10.59226/2786-6920.1.2025.55-60>. 2. World Health Organization. Guidelines for the Management of Conditions Specifically Related to Stress. Geneva : WHO, 2013. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241505406> (accessed: 02 February 2026). 3. Hoge C. W., Castro C. A., Messer S. C., McGurk D., Cotting D. I., Koffman R. L. Combat duty in Iraq and Afghanistan, mental health problems, and barriers to care. *The New England Journal of Medicine*. 2004. Vol. 351. № 1. P. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa040603>. 4. Steenkamp M. M., Litz B. T., Hoge C. W., Marmar C. R. Psychotherapy for Military-Related PTSD: A Review of Randomized Clinical Trials. *JAMA*. 2015. Vol. 314. № 5. P. 489–500. DOI:

Доступність даних. Дослідження виконано з використанням виключно відкритих даних, доступних у публічних джерелах.

Використання засобів штучного інтелекту. Засоби штучного інтелекту використовувались обмежено, для пошуку інформації, оформлення списку бібліографічних посилань і референсу та перекладу анотації на англійську мову. Використання засобів ШІ не призвело до порушення авторських прав й етичних норм наукового дослідження, а згенерований контент був перевірений і відповідає дійсності.

<https://doi.org/10.1001/jama.2015.8370>. 5. Bendat J. S., Piersol A. G. Random Data: Analysis and Measurement Procedures. 4th ed. Hoboken : Wiley, 2010. 640 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118032428>. 6. Chatfield C. The Analysis of Time Series: An Introduction. 6th ed. Boca Raton : CRC Press, 2004. 352 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203491683>. 7. Adler A. B., Bliese P. D., Castro C. A. (Eds.), (2011). **Deployment psychology: Evidence-based strategies to promote mental health in the military**. Washington : American Psychological Association, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1037/12300-000>. 8. Козачук В. Л., Харченко В. П. Методичний підхід до визначення параметрів процесу моніторингу озброєння та військової техніки під час експлуатації. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2017. № 2(29). С. 37–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2017_2_8 (дата звернення: 02.02.2026).

METHODOLOGICAL APPROACH TO DETERMINING THE PARAMETERS OF THE PROCESS OF MONITORING MEDICAL PSYCHOLOGICAL REHABILITATION OF MILITARY PERSONNEL TO ASSESS ITS EFFECTIVENESS IN CONTEMPORARY CONDITIONS

HUTCHENKO Kateryna, Candidate of Medical Science, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0008-6377-7745>

KOZACHUK Vyacheslav, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-0207-7461>

VOROBYOV Andriy, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-1689-3128>

Formulation of the problem in general. The article discusses the topical issue of objective assessment of the effectiveness of medical and psychological rehabilitation measures for the personnel of the Armed Forces of Ukraine, which is critically important for restoring their combat capability. It has been found that traditional methods of multidimensional comparative analysis have significant limitations, as they do not take into account the different significance of individual indicators (e.g., psychological, physiological, social) for the final result of rehabilitation, which reduces their practical usefulness. **The purpose of the article.** presentation of a methodological approach to determining the parameters of the process of monitoring the medical and psychological rehabilitation of military personnel in order to assess its effectiveness in contemporary conditions.

Research methods. The work uses Kotelnikov's theorem, which allows any continuous function with a spectrum limited by the frequency band from zero to the upper limit F_{δ} to be converted into a sequence of its instantaneous values obtained at intervals $T_{\delta} \leq 1/2 F_{\delta}$. This methodological approach makes it possible to determine scientifically justified time quantisation intervals for the monitoring process.

Literature review. Research in the field of military medicine and psychology focuses mainly on the diagnosis, treatment and rehabilitation of military personnel after combat injuries and prolonged exposure to stress factors. At the same time, in most of these studies, the parameters of the process of monitoring the condition of personnel are defined descriptively and do not have a formalised methodological justification. Therefore, analysis of scientific sources indicates that approaches to determining the parameters for monitoring the medical and psychological rehabilitation of military

personnel are insufficiently developed, which necessitates the development of a methodological approach focused on the objective assessment of changes in their condition during the rehabilitation process.

Research results. A methodological approach to determining the parameters of the process of monitoring the medical and psychological rehabilitation of the personnel of the Armed Forces of Ukraine for assessing its effectiveness in contemporary conditions is proposed. The approach is based on the assumption of the continuity (quasi-continuity) of the monitoring process, therefore it is possible to apply Kotelnikov's theorem. The application of this method will increase the accuracy of assessing the effectiveness of rehabilitation measures aimed at restoring the combat readiness of military personnel. Adjusting the monitoring parameters in real time allows the system to be adapted to the individual characteristics of each military personnel in the conditions of non-stationarity of the medical and psychological rehabilitation process. The practical example demonstrates the effectiveness of the proposed methodological approach.

Research novelty. For the first time, a methodological approach to determining the parameters of the process of monitoring the medical and psychological rehabilitation of the personnel of the Armed Forces of Ukraine has been proposed to assess its effectiveness in contemporary conditions. It is based on the application of Kotelnikov's theorem, which allows scientifically substantiated values of time intervals for monitoring medical and psychological rehabilitation to be obtained.

Theoretical and practical significance. The results of the study can be used to improve the methodological support of the processes of assessment, planning and implementation of medical and psychological rehabilitation measures, which will contribute to improving the effectiveness of management decisions in the Armed Forces of Ukraine.

Conclusion and future work. A methodological approach to determining the parameters of the process of monitoring the medical and psychological rehabilitation of personnel to assess its effectiveness in contemporary conditions is proposed. The approach is based on calculating the discreteness of observing the process of change in the medical and psychological indicators of the condition of military personnel. The application of this method will increase the accuracy of assessing the effectiveness of rehabilitation measures aimed at restoring combat readiness. Adjusting the monitoring parameters in real time allows the system to be adapted to the individual characteristics of each military personnel in the conditions of the non-stationary nature of the medical and psychological rehabilitation process. Prospects for further research. It is advisable to conduct experimental testing of the proposed approach in various conditions of medical and psychological rehabilitation and to evaluate its effectiveness at different stages of restoring the combat readiness of personnel.

Keywords: monitoring, medical and psychological rehabilitation, Kotelnikov's theorem, time quantisation interval, observation discreteness, random process, Armed Forces of Ukraine.

References

- Hutchenko, K. S., Kozachuk, V. L., Hutchenko, A. H., (2025). Methodology for assessing the effectiveness of medical and psychological rehabilitation of servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Scientific Bulletin of the Kyiv Institute of the National Guard of Ukraine*, 1(6), 55-60. DOI: <https://doi.org/10.59226/2786-6920.1.2025.55-60>.
- World Health Organization, (2013). *Guidelines for the management of conditions specifically related to stress*. Geneva: WHO [online]. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241505406> [Accessed: 02 February 2026].
- Hoge, C. W., Castro, C. A., Messer, S. C., McGurk, D., Cotting, D. I. & Koffman, R. L., (2004). Combat duty in Iraq and Afghanistan, mental health problems, and barriers to care. *The New England Journal of Medicine*, 351(1), 13-22. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa040603>.
- Steenkamp, M. M., Litz, B. T., Hoge, C. W. & Marmar, C. R., (2015). Psychotherapy for military-related PTSD: A review of randomized clinical trials. *JAMA*, 314(5), 489-500. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2015.8370>.
- Bendat, J. S. & Piersol, A. G., (2010). *Random Data: Analysis and Measurement Procedures* (4th ed.). Hoboken: Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118032428>.
- Chatfield, C., (2004). *The Analysis of Time Series: An Introduction* (6th ed.). Boca Raton: CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203491683>.
- Adler, A. B., Bliese, P. D. & Castro, C. A. (Eds.), (2011). *Deployment psychology: Evidence-based strategies to promote mental health in the military*. American Psychological Association. DOI: <https://doi.org/10.1037/12300-000>.
- Kozachuk, V. L., Kharchenko, V. P., (2017). Methodological approach to determining the parameters of the process for monitoring weapons and military equipment during operation [online]. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 2(29), 37-41. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2017_2_8 [Accessed: 02 February 2026].

Рукопис надійшов до редакції 05.02.2026
 Рукопис прийнято до друку після рецензування 26.03.2026
 Дата публікації 30.04.2026