

ТЕРТИШНИК Євген Михайлович,

Національний університет оборони України, Київ, Україна,

<https://orcid.org/0000-0003-3356-7639>

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Метою статті є розроблення моделі процесу обробки параметричної інформації під час проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки для підвищення якості та оперативності випробувань.

Методи дослідження. Застосовано системний підхід, структурне моделювання, класифікацію та алгоритмізацію, що дало змогу запропонувати структуру моделі обробки параметричної інформації на основі взаємопов'язаних елементів із чітко визначеними функціями, класифікувати параметри випробувань і деталізувати алгоритми роботи системи з урахуванням вимог нормативно-правової бази.

Отримані результати дослідження. Розроблено модель процесу обробки параметричної інформації під час проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки. Запропонована модель наведена у вигляді структурної схеми, що складається з п'яти взаємопов'язаних модулів: збору, обробки, бази даних, аналізу та прийняття рішення. Кожен модуль виконує чітко визначені функції. Визначено, що взаємозв'язки між модулями є циклічними та багатоспрямованими, забезпечуючи безперервну обробку та аналіз інформації. Особливу увагу надано інтеграції нормативно-правової бази, яка активно формує інформаційні потоки та вимоги до обробки на кожному етапі. Наведено класифікацію параметрів, що надходять на обробку, відповідно до типу випробувань і зразків озброєння, включно із малогабаритними, конструкційними, експлуатаційними, вимірювальними, показниками ураження/впливу, якісними та статистичними показниками. Визначено алгоритми роботи кожного модуля та його зв'язки з сусідніми, що забезпечує логічну послідовність обробки інформації та її передачі між компонентами системи.

Елементи наукової новизни. Розроблено модель обробки параметричної інформації, яка дає змогу інтегрувати фрагментарні підходи в єдину системну концепцію. Запропонована модель розширює розуміння функцій та взаємозв'язків модулів (збору, обробки, бази даних, аналізу, прийняття рішення), які є циклічними та багатоспрямованими. Уточнено вимоги до обробки інформації завдяки інтеграції нормативно-правової бази. Розроблено класифікацію параметрів за типами випробувань і зразками озброєння та військової техніки. Деталізовано алгоритми функціонування кожного модуля та їх взаємозв'язки.

Теоретична й практична значущість викладеного у статті. Розроблена модель системно описує збір, обробку, зберігання, аналіз та прийняття рішень на основі параметричної інформації, з урахуванням нормативно-правової бази. Модель дасть змогу створити високоефективну автоматизовану систему обробки інформації, що значно підвищить якість та оперативність випробувань озброєння та військової техніки. Це усуне затримки та помилкові висновки, пов'язані з ручною обробкою даних, забезпечить системний підхід до інтеграції та аналізу різнорідних джерел даних. Система забезпечить оперативне надходження у війська зразків озброєння, які відповідають сучасним вимогам ведення бою, сприяючи зміцненню обороноздатності держави.

Ключові слова: випробування озброєння та військової техніки, параметрична інформація, модель процесу обробки інформації, модуль збору, модуль обробки, база даних, модуль аналізу, модуль прийняття рішення.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасні реалії ведення бойових дій та динамічний розвиток технологій озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) висувають підвищені вимоги до якості та оперативності проведення випробувань. Ефективність випробувальних процесів безпосередньо впливає на обороноздатність держави, оскільки від їх результатів залежить прийняття критично важливих рішень щодо прийняття зразків ОВТ на озброєння Збройних Сил України.

Одним із головних аспектів підвищення ефективності випробувань є автоматизація процесів обробки параметричної інформації. Під час випробувань ОВТ генерується значний обсяг різнорідних даних: від показників роботи бортових систем та метеорологічних умов до результатів зовнішнього траєкторних вимірювань та параметрів впливу на екіпаж. Традиційні методи ручної обробки цієї інформації не забезпечують необхідної швидкості та точності аналізу, що може призвести до затримок у прийнятті рішень або помилкових висновків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Фундаментальні основи автоматизації процесу обробки параметричної інформації викладені у працях: І. В. Корнієнко у співавторстві, які розробили математичну модель для оптимізації підготовчого етапу випробувань ОВТ, створили концептуальну основу інформаційної системи супроводження випробувань та системно проаналізували процеси випробувань з використанням моделей продуктивності [1–2].

На конференціях [3–5] акцентовано увагу на розвиток роботизованих систем проведення їх випробувань, порядок обробки інформації на цих зразках та надано увагу традиційним методам випробувань зовнішньо-траєкторних та лабораторних засобів.

У публікаціях [6–8] розглянуто процес обробки даних безпілотних літальних апаратів, систем розвідки, спостереження та рекогносцировки, визначено комплекси засобів та процесів призначених для збору, обробки та аналізу інформації про противника й навколишнє середовище та їх сучасні тенденції. У цих системах і комплексах передбачена можливість використання аналітики на основі штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання, що дає змогу оптимізувати обробку даних і знизити навантаження на персонал.

Використання великих мовних моделей для військової техніки, автоматизація процесів ідентифікації й класифікації зразків озброєння, багатofазний аналіз надійності в оперативних випробуваннях та покращення методик оцінки ефективності військової техніки наведено в публікаціях [9–11].

Проведений аналіз свідчить про необхідність створення моделі процесу обробки параметричної інформації, яка б враховувала специфіку різних типів випробувань, номенклатуру зразків ОВТ та вимоги нормативно-правової бази. Особливої актуальності набуває розробка такої моделі в умовах активних бойових дій, коли необхідно забезпечити оперативне надходження в війська зразків ОВТ, що відповідають сучасним вимогам ведення бою.

Існуючі підходи до обробки параметричної інформації часто носять фрагментарний характер і не забезпечують системного підходу до інтеграції різномірних джерел даних, їх обробки та аналізу. Відсутність єдиної концептуальної моделі призводить до неефективного використання інформаційних ресурсів, ускладнює процес прийняття обґрунтованих рішень та знижує якість випробувань. У зв'язку з цим, актуальною науково-прикладним завданням є розроблення методичного апарату, що формалізує процеси автоматизації обробки параметричної інформації під час проведення випробувань ОВТ, яка б забезпечила системний підхід до збору, обробки, аналізу даних та підтримки прийняття рішень. Такий підхід має враховувати сучасні тенденції розвитку

інформаційних технологій, специфіку військових випробувань та вимоги національних і міжнародних стандартів у сфері оборони.

Мета статті. Розроблення моделі процесу обробки параметричної інформації під час проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки для підвищення якості та оперативності випробувань.

Виклад основного матеріалу дослідження

Процес обробки параметричної інформації під час випробувань ОВТ є багатоетапним і складається з взаємопов'язаних модулів. Розглянемо процес обробки на прикладі типової структури, що складається з відповідних модулів:

1. Модуль збору (Collection Module), наведений на рис. 1:

Функції: автоматичне отримання та реєстрація даних від різних джерел (бортові реєстратори польотної інформації, метеостанції, наземні вимірювальні комплекси, сенсори тощо). Здійснюється первинна валідація даних для виявлення очевидних помилок.

Вхідні дані: необроблені сигнали від датчиків, метеорологічні дані, дані зовнішньо траєкторних вимірювань [13; 14].

Вихідні дані: первинні параметричні дані.

2. Модуль обробки (Processing Module), наведений на рис. 2:

Функції: перетворення первинних даних у потрібний формат, очищення, фільтрація, нормалізація, агрегація та виконання арифметичних і логічних операцій. Цей модуль відповідає за визначення фізичних значень параметрів на основі зібраних вимірювань. Особлива увага надається аналізу чинників, що погіршують процес вимірювання (наприклад, метеорологічні явища для радарних систем) та інтерпретації параметрів, що можуть трактуватися оператором неоднозначно [15].

Вхідні дані: первинні параметричні дані від Модуля збору.

Вихідні дані: оброблені, структуровані параметричні дані, готові для подальшого аналізу.

3. Модуль бази даних (Database Module) наведений на рис. 3:

Функції: централізоване та систематизоване зберігання первинних, оброблених і проаналізованих даних. Управління нормативно-довідковою базою даних, яка є інформаційно-аналітичною основою для супроводження випробувань. Забезпечення цілісності, доступності та безпеки даних.

Вхідні дані: оброблені дані від Модуля обробки, результати аналізу від Модуля аналізу, нормативно-довідкова інформація.

Вихідні дані: дані для аналізу, історичні дані, довідкова інформація для інших модулів та користувачів.

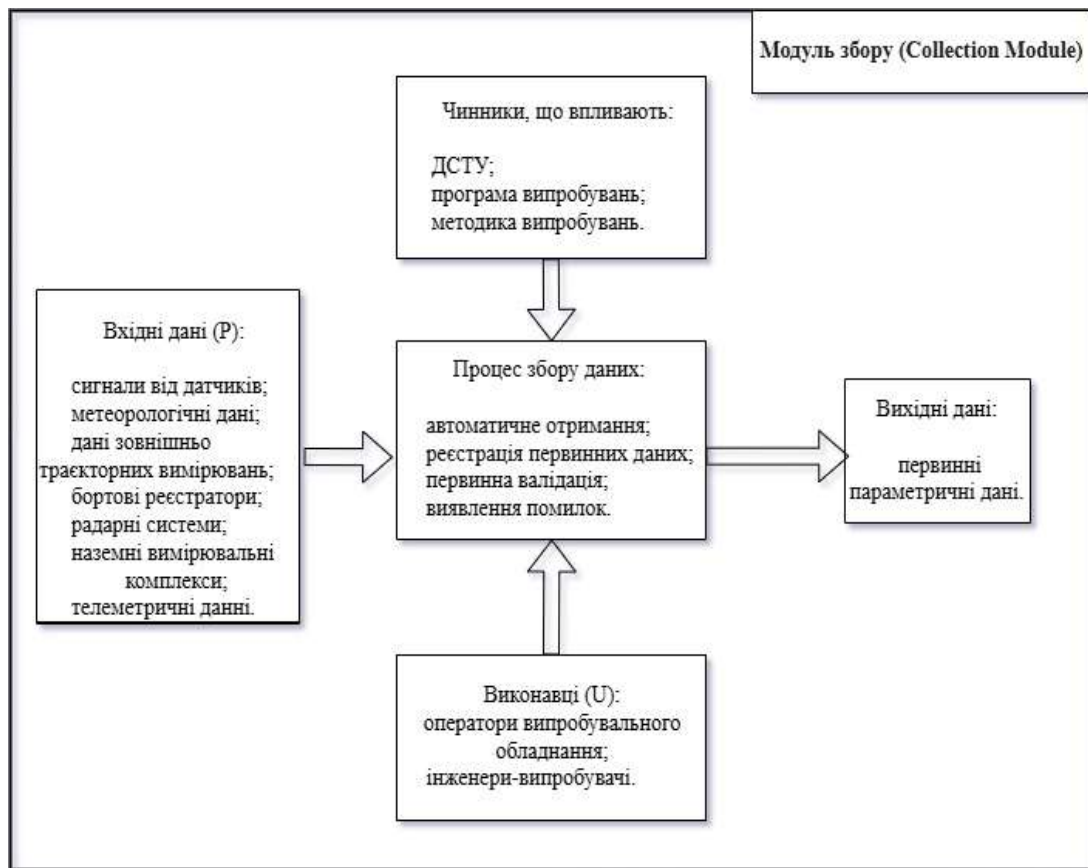


Рисунок 1 – Структурна схема модуля збору інформації

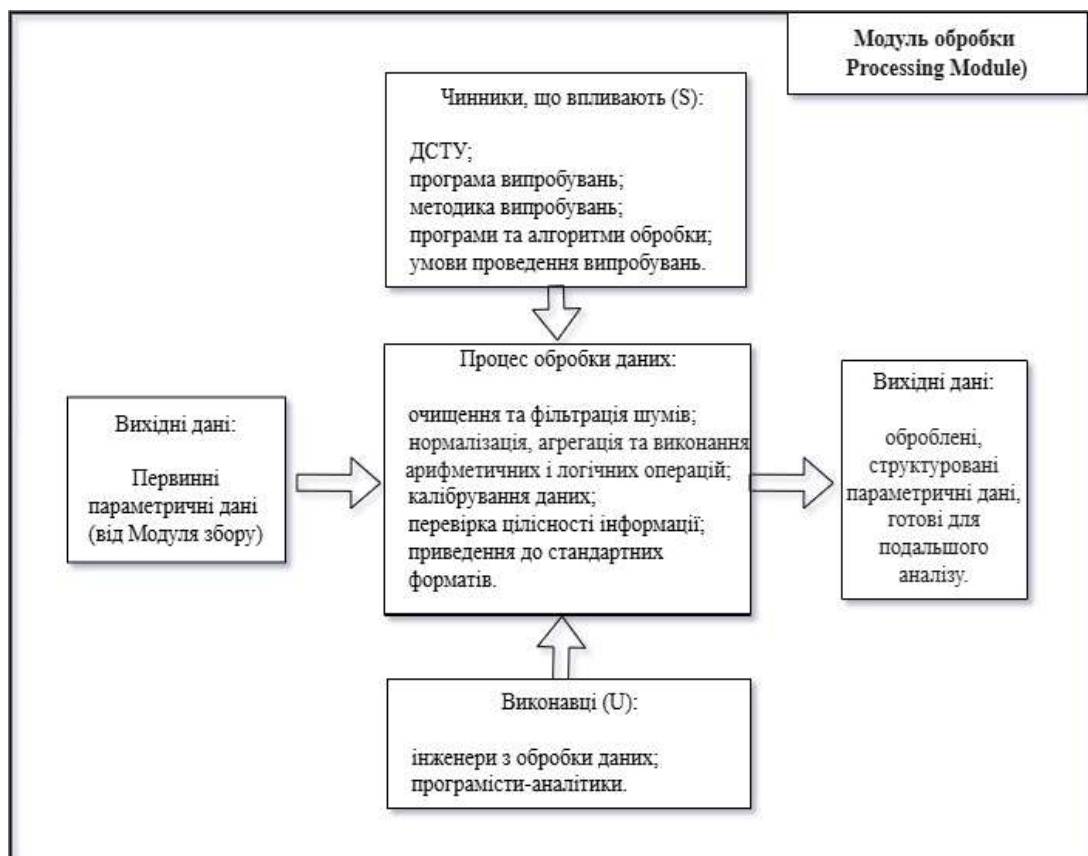


Рисунок 2 – Структурна схема модуля обробки інформації

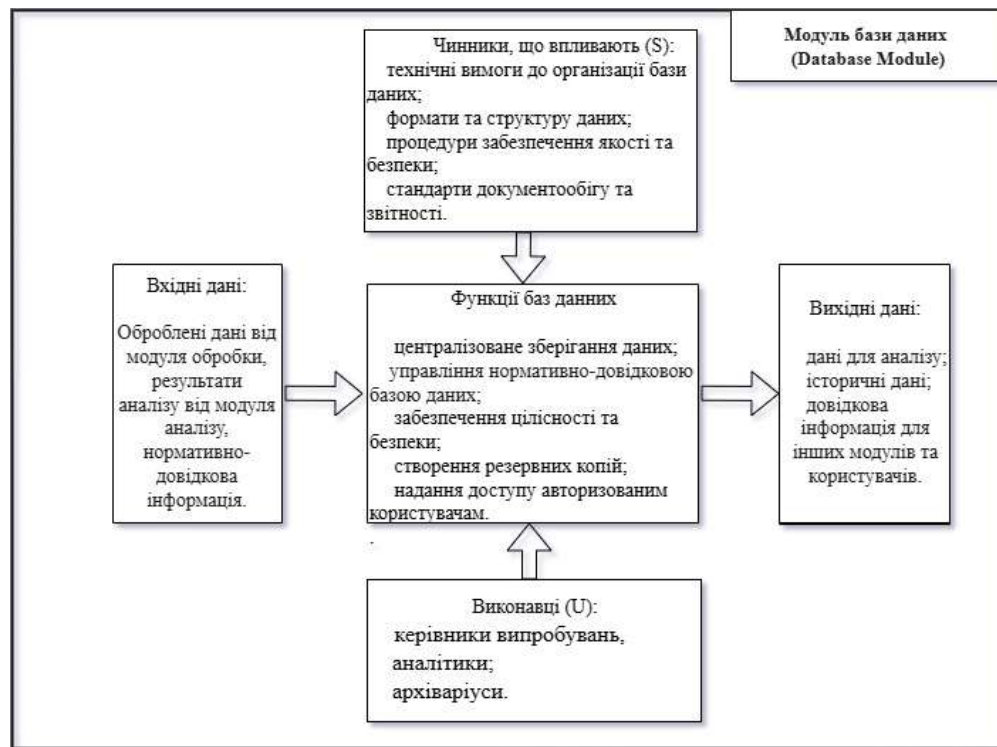


Рисунок 3 – Структурна схема модуля баз даних

4. Модуль аналізу (Analysis Module), наведений на рис. 4:

Функції: застосування сучасних статистичних методів, таких як кластерний, факторний, регресійний, дискримінантний аналіз для інтерпретації даних. Виявлення тенденцій, аномалій, порівняння з еталонними значеннями та вимогами. Автоматичний

аналіз поведінки зразка та дій екіпажу.

Вхідні дані: оброблені параметричні дані від Модуля обробки, історичні та нормативно-довідкові дані від Модуля бази даних.

Вихідні дані: аналітичні звіти, візуалізації (графіки, діаграми), виявлені аномалії, оцінки відповідності тактико-технічним характеристикам.

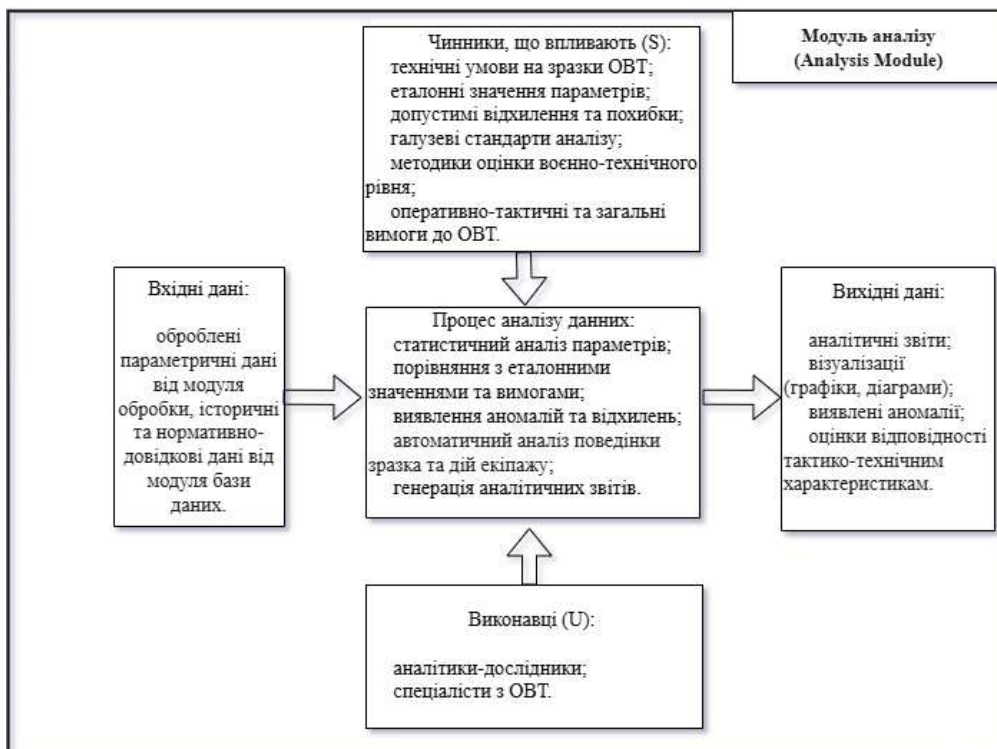


Рисунок 4 – Структурна схема модуля аналізу

5. Модуль прийняття рішення (Decision-Making Module), наведений на рис. 5:

Функції: Формування рекомендацій та підтримка прийняття рішень на основі результатів аналізу. Оцінювання воєнно-технічного рівня зразка. Формування інструкцій та повідомлень для відповідних служб.

Вхідні дані: аналітичні звіти від Модуля аналізу, нормативно-довідкові дані від Модуля бази даних, вхідні дані від користувачів (експертні оцінки, додаткові вимоги).

Вихідні дані: рішення щодо прийняття/відхилення зразка, рекомендації щодо доопрацювання, оперативні інструкції, акти та протоколи випробувань [16].

Розглянемо взаємозв'язки між модулями та потоки інформації, які є циклічними та багатонаправленими й забезпечують безперервну обробку та аналіз параметричної інформації (рис. 6). Первинні дані надходять від Модуля збору до Модуля обробки. Оброблені дані передаються до Модуля бази даних для систематизованого зберігання та до Модуля аналізу для глибокої інтерпретації. Результати аналізу надходять до Модуля бази даних для архівації та до Модуля прийняття рішення для формування висновків. Модуль прийняття рішення може запитувати додаткові дані з Модуля бази даних або ініціювати повторну обробку/аналіз, замикаючи цикл зворотного зв'язку.

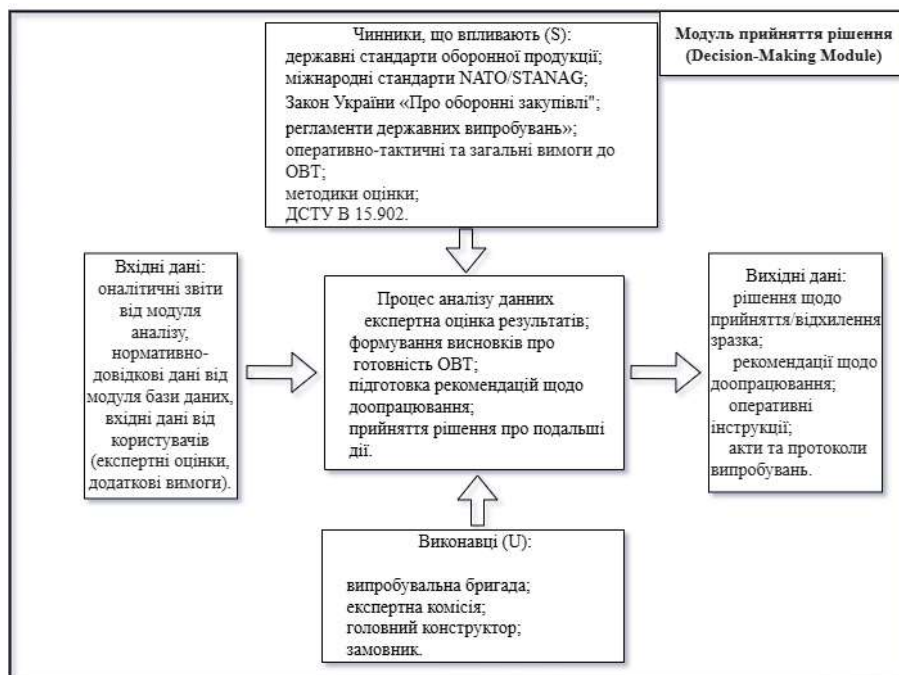


Рисунок 5 – Структурна схема модуля прийняття рішення

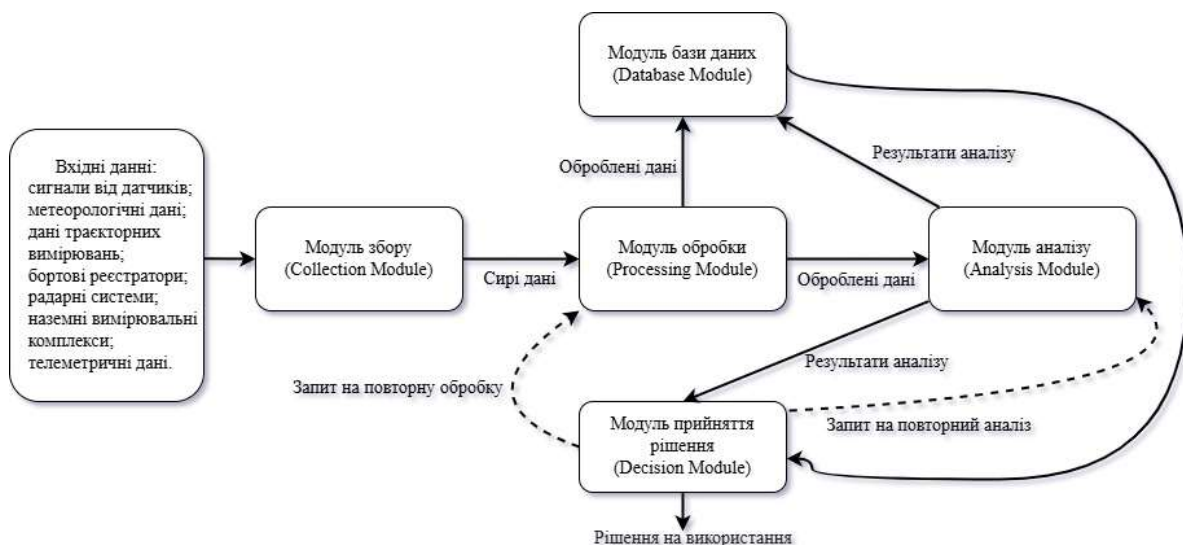


Рисунок 6 – Структурна схема моделі процесу обробки параметричної інформації під час проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки

Пряма стрілка (→) – це основний послідовний рух даних та інформаційних потоків між модулями системи.

Пунктирна стрілка (- - →) – показує зворотні зв'язки та циклічні процеси в системі, запит додаткової інформації, повторної обробки даних, або передачі результатів назад для уточнення та корекції попередніх етапів.

Комплексна нормативно-правова база (ДСТУ, STANAGs, ГОСТ) є не просто фоновою інформацією,

а й активно формує інформаційні потоки та вимоги до обробки на кожному етапі процесу. Формати даних, контроль якості і, навіть, типи вимірюваних параметрів диктуються цими документами, що робить їх критично важливими документами, які мають бути інтегровані в логіку системи. Структурований огляд всього процесу обробки параметричної інформації, визначені функції, інформаційні потоки та нормативно-правовий контекст для кожного модуля наведено у таблиці 1 [17–19].

Таблиця 1

Взаємозв'язки модулів, інформаційні потоки, керівні документи та виконавці

Модуль процесу	Тип вхідної інформації (джерело)	Тип вихідної інформації (призначення)	Головні операції / функції	Керівні документи	Основні виконавці / зацікавлені сторони
Збір	Сигнали, метеодані, траєкторні вимірювання (датчики ОВТ, метеостанції, наземні вимірювальні комплекси)	Сирі параметричні дані (для Модуля обробки)	Автоматичне отримання та реєстрація даних / первинна валідація	ТУ на зразок ОВТ; ДСТУ 3021–95; ДСТУ ISO/IEC 17025:2017; ГОСТ 15150-69	Випробувальний персонал / оператори вимірювальних систем
Обробка	Сирі параметричні дані (Модуль збору)	Оброблені, структуровані параметричні дані (для Модуля бази даних, Модуля аналізу)	Перетворення формату; очищення, фільтрація, нормалізація, агрегація даних; арифметичні та логічні операції / визначення фізичних значень параметрів	ТУ на зразок ОВТ; Методики обробки вимірювальної інформації	Інженерно-технічний склад / фахівці з обробки даних
База даних	Оброблені дані (Модуль обробки); результати аналізу (Модуль аналізу); нормативно-довідкова інформація (Модуль бази даних)	Дані для аналізу, історичні дані, довідкова інформація (для всіх модулів та користувачів)	Зберігання даних, управління нормативно-довідковою базою, забезпечення безпеки / введення, зберігання, видачі даних та управління	ДСТУ В 15.301:2023; ДСТУ STANAG 4107; ДСТУ 9027:2020	Адміністратори баз даних / фахівці з інформаційної безпеки
Аналіз	Оброблені параметричні дані (Модуль обробки); історичні та нормативно-довідкові дані (Модуль бази даних)	Аналітичні звіти, візуалізації, виявлені аномалії, оцінки відповідності (для Модуля прийняття рішення, Модуля бази даних)	Завантаження даних, перевірка на повноту та синхронізацію (з урахуванням часових міток з випробувань) / статистичні методи (кластерний, факторний, регресійний, дискримінантний аналіз), виявлення аномалій, порівняння з вимогами	Методики оцінки воєнно-технічного рівня; Оперативно-тактичні та загальні вимоги до ОВТ	Аналітики; інженери-випробувачі / наукові співробітники.
Прийняття рішення	Аналітичні звіти (Модуль аналізу); нормативно-довідкові дані (Модуль бази даних); експертні оцінки	Рішення щодо прийняття / відхилення зразка; рекомендації щодо доопрацювання; оперативні інструкції; акти та протоколи випробувань	Аналіз інформації, експертне оцінювання, багатокритеріальний аналіз, прийняття рішень, документообіг / формування рекомендацій, підтримка прийняття рішень, оцінювання воєнно-технічного рівня, формування документів	Оперативно-тактичні та загальні вимоги до ОВТ; Методики оцінки; ДСТУ В 15.902; військові керівні документи	Керівництво випробувань; експерти ОВТ; представники замовника / керівний склад МО України

Параметри, що надходять на обробку, визначаються оперативно-тактичними та загальними вимогами до ОВТ, технічними умовами на зразок та

завданнями, які вирішуються зразком ОВТ. Ці параметри можуть бути класифіковані відповідно до типу випробувань та зразків ОВТ [20–21] (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація параметрів за типом випробувань і зразками озброєння та військової техніки

Тип випробувань	Приклади зразків ОВТ	Приклади параметрів, що надходять на обробку	
Приймально-здавальні	Серійні зразки ОВТ	Параметри, що підтверджують відповідність серійної продукції технічним умовам.	
Кваліфікаційні	Установчі серії ОВТ	Параметри, що підтверджують готовність до серійного виробництва.	
Державні	Нові зразки ОВТ	Комплексні кількісні параметри, що відображають відповідність оперативно-тактичним та загальним вимогам Збройних Сил України	
Типові	Модифіковані зразки ОВТ	Параметри, що підтверджують ефективність та доцільність запропонованих змін у конструкторській документації.	
Спеціалізовані	Транспортні засоби, зброя, обладнання	Для вибуху: деформація ТЗ, пошкодження компонентів, вплив на екіпаж, характеристики вибухового пристрою.	Для кліматичних: функціональні параметри в різних температурних та вологих умовах.
Авіаційна техніка	Літаки, дрони	Польотні параметри (траєкторія, висота, швидкість), параметри роботи бортових систем, метеорологічні дані, маса, пілозахищеність.	
Бойові броньовані машини	Танки, БМП, БТР	Параметри захищеності (міцність броні, деформації), мобільності (швидкість, прохідність), впливу на екіпаж (прискорення), надійність електричних систем.	
Стрілецька зброя	Пістолети, револьвери	Маса зброї, зусилля на спусковому гачку, безвідмовність запобіжного пристрою, стан ствола та патронника.	

Перелік параметрів і показників та їхніх характеристик:

1. Малогабаритні параметри: повна, споряджена маса, розподіл маси по осях; геометричні розміри (довжина, ширина, висота, кліренс зразка в цілому, корпусу, днища, коліс, підвіски, місць розміщення особового складу та інших важливих складових).

2. Конструкційні та матеріальні параметри: матеріали корпусу (включно із міцністю, пластичністю, жорсткістю, густиною), товщина броні, тип підвіски; розташування і конструкція сидінь.

3. Параметри вибухового пристрою (для випробувань на стійкість до вибуху): тип вибухового пристрою (протитанкова, протипіхотна міна, саморобний вибуховий пристрій тощо); маса, тип, форма і розміри вибухової речовини; розташування вибухового пристрою відносно транспортного засобу; глибина закладки вибухівки.

4. Експлуатаційні та функціональні параметри: швидкість руху транспортного засобу; максимальна злітна вага (MTOW) дрона, висота польоту, відповідність стандарту пілозахищеності IP 67; зусилля на спусковому гачку, безвідмовне спрацювання запобіжного пристрою, неможливість пострілу з неповністю замкненим каналом ствола (для зброї).

5. Вимірювальні та інфраструктурні параметри: розташування вимірювального підсилювача, реєстратора, датчиків.

6. Показники ураження/впливу: деформація вигини, пробіни, руйнування елементів конструкції; пошкодження компонентів (двигун, підвіска, колеса, броня); вплив на екіпаж (вимірювання прискорення на

місцях розрахунку, ймовірність травм); пошкодження датчиків і обладнання (чи продовжують працювати датчики після вибуху).

7. Якісні показники: змінювання якісних показників технічного стану виробів в умовах експлуатації.

8. Статистичні показники: середньоквадратична похибка.

Обробка зібраної інформації проводиться персоналом підрозділів об'єктивного контролю або інженерно-технічним складом. Також до цього процесу залучаються фахівці відповідних підрозділів Міністерства оборони України. Під час використання автоматизованих систем, значна частина обробки виконується спеціалізованим програмним забезпеченням, що встановлене на робочих станціях «ситуаційного центру». Оброблена інформація передається до бази даних, що є фундаментально важливим для забезпечення ефективності та достовірності випробувань. Це дає змогу централізовано зберігати сирі, оброблені та проаналізовані дані, що є основою для всебічного аналізу, виявлення тенденцій та підтримки прийняття рішень.

База даних забезпечує:

упорядковане зберігання даних із різних випробувань та зразків;

швидкий доступ до інформації для авторизованих користувачів;

забезпечення достовірності та несуперечності даних;

можливість відстежувати зміни параметрів зразка

ОВТ протягом його життєвого циклу або порівнювати з результатами попередніх випробувань;

надання необхідної інформації для оцінки воєнно-технічного рівня та формування висновків.

Коло користувачів, які можуть користуватися інформацією для аналізу складає:

1. Персонал підрозділів об'єктивного контролю та інженерно-технічний склад для детального аналізу результатів вимірювань та оцінки характеристик.

2. Аналітики та наукові співробітники для проведення глибокого статистичного аналізу та наукових досліджень.

3. Керівництво випробувань та експерти ОВТ для оцінки відповідності зразків вимогам та прийняття рішень щодо їх подальшої долі.

4. Представники замовника (Збройних Сил України) для контролю за ходом випробувань та оцінки відповідності зразків оперативно-тактичним вимогам.

5. Рятувальні служби та Державна служба України з надзвичайних ситуацій виконання завдань у випадку виникнення позаштатних ситуацій.

6. Інші зацікавлені користувачі можуть підключатися до головного сервера через TCP-IP з'єднання через Інтернет для оперативного отримання необхідної інформації за умови авторизації.

Робота кожного модуля базується на визначених правилах та алгоритмах, що забезпечують логічну послідовність обробки інформації та її передачі між компонентами системи. Розглянемо послідовність роботи кожного модуля у процесі обробки параметричної інформації:

модуль збору виконує реєстрацію даних від датчиків, валідація (рис. 1);

модуль обробки здійснює перетворення, фільтрація, нормалізація (рис. 2);

модуль баз даних зберігає та управляє даними (рис. 3);

модуль аналізу використовує статистичні методи для тенденцій/аномалій та порівнює їх з відповідними вимогами (рис. 4);

модуль прийняття рішення забезпечує надання рекомендацій та проведення оцінок (рис. 5).

Висновки й перспективи подальших досліджень

На основі визначеного процесу систематизації інформації про параметри дослідного зразка, їх класифікації та деталізації роботи системи автоматизованої обробки інформації та з урахуванням чинної нормативно-правової бази, розроблено структуру моделі обробки параметричної інформації на базі взаємопов'язаних елементів під час проведення випробувань озброєння та військової техніки. Зазначена модель є актуальною, враховуючи

підвищені вимоги до якості та оперативності випробувань в умовах сучасних бойових дій і динамічного розвитку технологій озброєння та військової техніки.

Завдяки чітко визначеним функціям системи автоматизованої обробки параметричної інформації (збір, обробка, збереження даних, аналіз та прийняття рішення,) запропоновано модель, що складається з п'яти взаємопов'язаних модулів: Модуля збору, Модуля обробки, Модуля аналізу, Модуля бази даних, Модуля прийняття рішення. Взаємозв'язки між модулями є циклічними та багатоспрямованими, забезпечуючи безперервну обробку та аналіз інформації. Особливу увагу надано інтеграції нормативно-правової бази (ДСТУ, STANAGs, ГОСТ), яка активно формує інформаційні потоки та вимоги до обробки на кожному етапі.

Також, наведено класифікацію параметрів, що надходять на обробку, відповідно до типу випробувань і зразків озброєння та військової техніки. Зазначена класифікація містить малогабаритні, конструкційні, експлуатаційні, вимірювальні, показники ураження/впливу, якісні та статистичні показники. Визначено послідовність роботи кожного модуля та його зв'язки з сусідніми модулями, що забезпечує логічну послідовність обробки інформації та її передачі між компонентами системи.

Напрями подальших досліджень необхідно спрямувати на:

1. Розроблення математичних моделей інформаційної та технічної структур автоматизованої системи обробки параметричної інформації у контексті випробувань озброєння та військової техніки, базуючись на запропонованій моделі обробки параметричної інформації. Це надасть змогу деталізувати розподіл програмних модулів і даних по вузлах мережі, а також визначити оптимальні конфігурації мережевого устаткування.

2. Створення алгоритмів функціонування кожного модуля, зокрема, розробка конкретних алгоритмів для автоматичного аналізу аномалій, прогнозування поведінки зразків та оптимізації випробувальних сценаріїв.

3. Розроблення та впровадження системи оцінки результатів і прийняття рішення, що міститиме механізми інтеграції експертних знань, багатокритеріального аналізу та підтримки рішень у реальному часі.

Реалізація цих напрямів дослідження дасть змогу створити високоефективну автоматизовану систему обробки параметричної інформації, що підвищить якість й оперативність випробувань озброєння та військової техніки, сприяючи зміцненню обороноздатності України.

Список бібліографічних посилань

1. Корнієнко І. В., Корнієнко С. П., Дмитрієв В. А., Павленко А. Г., Камак Д. О. Розробка моделі підготовчого етапу випробувань ОВТ: модель продуктивності випробувального підрозділу. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 4(45). С. 124–134. DOI: 10.30748/ntps.2021.45.16.
2. Корнієнко І. В.,

- Корнієнко С. П., Камак Д. О., Казначей С. М., Жирна О. В. Щодо можливих функціональних компонент інформаційної системи супроводження випробувань ОВТ ЗСУ. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. Чернівці. 2020. Вип. 4(6). С. 52–61.

3. Бондаренко Ю. Ю., Геращенко М. М., Гордієнко А. М., Зайкін Ю. О. Сучасний стан розвитку безпілотних роботизованих комплексів військового призначення в Україні. Матеріали XXIII Науково-технічної конференції державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки 28 вересня 2023 року Черкаси. ДНДІ ВС ОВТ. URL: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/view/335/306> (дата звернення: 26.06.2025).

4. Засядько А. А., Зозуля В. М., Рижков О. В., Юла О. В. Аналіз особливостей алгоритмів обробки зовнішньотраєкторної інформації, отриманої радарною системою MFTR-2100/40. Матеріали XXIII Науково-технічної конференції державного науково – дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки 28 вересня 2023 року Черкаси. ДНДІ ВС ОВТ. URL: [file:///C:/Users/SITNUOU/Downloads/337-Текст%20статті-593-2-10-20241112%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SITNUOU/Downloads/337-Текст%20статті-593-2-10-20241112%20(1).pdf) (дата звернення: 26.06.2025).

5. Воробійов Є. С., Балакірева С. М., Конов Д. В., Кириченко Д. Ю. Аналіз процесу обробки даних, отриманих від безпілотних авіаційних комплексів, з використанням бази даних, розміщеної на хмарному веб-сервері. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2023. № 3 (77). С. 27-31. DOI: <https://doi.org/10.30748/zhups.2023.77.04>

6. Burita L., Novak A. ISR Data Processing in Military Operations. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. 2020. Vol. 5. Is. 5, P. 314–331. DOI: 10.25046/aj050540.

7. Liu X., Yu Z., Liu X., Miao L., Yang T. Military Equipment Entity Extraction Based on Large Language Model. *Appl. Sci*. 2024. № 14 9063. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14199063>.

8. Hao J., Pei M. Mission Reliability Assessment for the Multi-Phase Data in Operational Testing. *Stats*. 2025. № 8(49). DOI: <https://doi.org/10.3390/stats8030049>.

9. Gupta R., Walker L., Glickman E., Koizumi R., Bhatnagar S., Reddie A. W. Open-Source Assessments of AI Capabilities: The Proliferation of AI Analysis Tools, Replicating Competitor Models, and the Zhousidun Dataset. *arXiv*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.12167>.

10. Віговський М. Автоматизовані системи управління для Збройних Сил України: плюси та особливості. 04.10.2023. URL: <https://softline.org.ua/news/avtomatyzovani-systemy-upravlinnia-dlia-zbroinykh-syl-ukrainy-pliusy-ta-osoblyvosti.html>. (дата звернення: 19.06.2025).

11. Засядько А. А., Рижков О. В., Юла О. В., Зозуля В. М. Аналіз особливостей алгоритмів обробки зовнішньотраєкторної інформації, отриманої радарною системою. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2023. № 2 (16). DOI: <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.16.2023.05>.

12. Корнієнко С. П., Корнієнко І. В., Казначей С. М., Жирна О. В., Кравченко В. С. Обґрунтування інформаційних компонентів нормативно-довідкової бази даних автоматизованої інформаційної системи супроводження випробувань озброєння та військової техніки. 2021. № 1 (7). DOI: <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.7.2021.04>.

13. Як працює

алгоритм проведення типових випробувань серійних зразків озброєння та військової техніки. 12.11.2024. URL: <https://mod.gov.ua/news/yak-praczuuye-algoritm-provedennya-tipovih-viprobuvan-serijnih-zrazkiv-ozbroynnya-ta-vijskovoyi-tehniki-poayasnennya-minoboroni> (дата звернення: 19.06.2025).

14. ДСТУ В 15.307:2023 Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Випробування та приймання серійних виробів озброєння та військової техніки. Основні положення. [Чинний від 01.01.2024] Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2024. 41 с.

15. Пістолети, револьвери та інші короткоствольні пристрої не смертельної дії: загальні технічні умови : Стандарт Міністерства внутрішніх справ України СОУ 78-19-001:2007. URL: <https://www.7-62.ua/article/id/198> (дата звернення: 20.06.2025).

16. Секція 3 «Актуальні питання випробувань та сертифікації озброєння та військової техніки десантно-штурмових військ, сил спеціальних операцій, морської піхоти, пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації та комплексів бойової екіпіровки. 26 вересня 2024. URL: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/view/431/402>. (дата звернення: 20.06.2025).

17. Довідник перспективних зразків озброєння та військової техніки для розвідувальних підрозділів. Sprotiv G7. 2025. URL: <https://sprotivg7.com.ua/lesson/dovidnik-perspektivnix-zrazkiv-ozbroynnya-ta-vijskovoi-tehniki-dlya-rozviduvalnix-pidrozdiv> (дата звернення: 20.06.2025).

18. Брянкін С. С., Скиба О. В., Доманов І. О., Рибачок Д. В., Брянкін О. С. Баланс випробувальної діяльності та підконтрольної експлуатації техніки: забезпечення надійності та готовності військової техніки: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 20 лютого 2024 року м. Харків: НГУ. 2024. С. 8–10. URL: <https://nangu.edu.ua/uploads/files/documenty/2024/naukova%20diyalnist/forumy/2024/ZBIPRNIK%20TE3%20DOPOVIDEY%202024.pdf> (дата звернення: 20.06.2025).

19. Андрушко М. В., Аркушенко П. Л., Кузнецов В. О., Кузьміч О. С. Аналіз існуючих методів визначення характеристик теплової помітності військової авіаційної техніки: зб. XXIII науково-технічної конференції Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації ОВТ. (28 вересня 2023, Черкаси). Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2023. С. 255–256. URL: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/download/337/308/> (дата звернення: 20.06.2025).

20. Андрушко М. В., Кузнецов В. О., Ратушний С. В. Обґрунтування методів аналізу та обробки вимірювальної інформації під час випробувань. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2019. № 1(1). С. 5–9. URL: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/download/175/172/> (дата звернення: 20.06.2025).

21. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки: збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 17-18 травня 2018 року). Львів : НАСВ, 2018. 389 с. URL: https://asv.mil.gov.ua/content/nauka/2018/17-18-05-2018_zb_tez_dop.pdf (дата звернення: 20.06.2025).

COMPREHENSIVE MODEL OF THE PARAMETRIC INFORMATION PROCESSING DURING THE TESTING OF ARMAMENTS AND MILITARY EQUIPMENT

TERTYSHNIK Yevhen, National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0003-3356-7639>

Formulation of the problem in general. Modern realities of warfare and the dynamic development of armaments and military equipment technologies impose increased demands on the quality and efficiency of testing. The effectiveness of testing processes directly impacts the state's defence capabilities, as critical decisions regarding the adoption of armaments and military equipment samples for the Armed Forces of Ukraine depend on their results. One of the key aspects of increasing testing efficiency is the automation of parametric information processing. During armaments and

military equipment testing, a significant volume of diverse data is generated: from the performance indicators of onboard systems and meteorological conditions to the results of external trajectory measurements and parameters of crew impact. Traditional manual methods for processing this information do not provide the necessary speed and accuracy of analysis, which can lead to delays in decision-making or erroneous conclusions. **Purpose of the article.** The objective is to develop a comprehensive model for parametric information processing during the testing of armaments and military equipment to improve the quality and operational efficiency of tests.

Research methods. A systematic approach, structural modelling, classification, and algorithmization were applied. This approach allowed for proposing a structure for a comprehensive model of parametric information processing based on interconnected elements performing clearly defined functions, classifying test parameters, and detailing the system's operation algorithms, considering the regulatory framework.

Literature review. The conducted analysis indicates the need to create a model for the process of processing parametric information that would account for the specifics of various types of tests, the nomenclature of armaments and military equipment samples, and the requirements of the regulatory framework. The development of such a model becomes particularly relevant in conditions of active hostilities, when it is necessary to ensure the prompt delivery to the troops of armaments and military equipment samples that meet modern combat requirements.

Research results. A comprehensive model for parametric information processing during the testing of armaments and military equipment was developed. The proposed model is a block diagram consisting of five interconnected modules: collection, processing, database, analysis, and decision-making. Each module performs clearly defined functions. It was determined that the interconnections between the modules are cyclical and multi-directional, ensuring continuous information processing and analysis. Special attention was paid to integrating the regulatory framework, which actively shapes information flows and processing requirements at each stage. A classification of parameters received for processing was provided, according to the type of tests and armament samples, including small-sized, structural, operational, measurement, damage/impact indicators, qualitative, and statistical indicators. The algorithms for each module's operation and its connections with neighbouring modules were defined, ensuring a logical sequence of information processing and its transfer between system components.

Research novelty. A comprehensive model for parametric information processing has been developed, which allows for integrating fragmented approaches into a unified systemic concept. The model expands the understanding of the functions and interconnections of the modules (collection, processing, database, analysis, decision-making), which are cyclical and multi-directional. Information processing requirements have been refined through the integration of the regulatory framework. A classification of parameters by test types, armaments, and military equipment samples is proposed. The functioning algorithms of each module and their interconnections have been detailed.

Theoretical and practical significance. The developed comprehensive model systematically describes the collection, processing, storage, analysis, and decision-making based on parametric information, considering the regulatory framework. The model will enable the creation of a highly efficient automated information processing system, significantly improving the quality and operational efficiency of armament and military equipment testing. This will eliminate delays and erroneous conclusions associated with manual data processing and ensure a systematic approach to integrating and analysing heterogeneous data sources. The system will ensure the timely supply of armament samples to the troops meeting modern combat requirements, strengthening the state's Défense capabilities.

Conclusion and future work. Based on the defined process of systematising information about the parameters of the test sample, their classification, and detailing the operation of the automated information processing system, as well as taking into account the current regulatory framework, a structure for the parametric information processing model has been developed based on interconnected elements during the testing of armaments and military equipment. The specified model is relevant, considering the increased requirements for the quality and efficiency of tests in conditions of modern combat operations and the dynamic development of armaments and military equipment technologies.

Keywords: armaments and military equipment testing, parametric information, information processing model, collection module, processing module, database, analysis module, decision-making module.

References

1. Kornienko, I. V., Kornienko, S. P., Dmytriiev, V. A., Pavlenko, A. H. and Kamak, D. O., (2021). Development of a preparatory stage model for testing military equipment: model of the testing unit's performance. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, 4(45), 124–134. DOI: 10.30748/nitps.2021.45.16.
2. Kornienko, I. V., Kornienko, S. P., Kamak, D. O., Kaznachei, S. M. and Zhyrna, O. V., (2020). On possible functional components of the information system for supporting military equipment testing in the Armed Forces of Ukraine. *Collected Scientific Works of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 4(6), 52–61.
3. Bondarenko, Yu. Yu., Herashchenko, M. M., Hordiienko, A. M. and Zaikin, Yu. O., (2023). Current state of development of unmanned robotic systems for military purposes in Ukraine [online]. In: *Proceedings of the XXIII Scientific and Technical Conference of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 28 September 2023, Cherkasy. Available at: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/view/335/306> [Accessed: 26 June 2025].
4. Zasiadko, A. A., Zozulia, V. M., Ryzhkov, O. V. and Yula, O. V., (2023). Analysis of the features of external trajectory information processing algorithms obtained by the MFTR-2100/40 radar system [online]. In: *Proceedings of the XXIII Scientific and Technical Conference of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 28 September 2023, Cherkasy. Available at: file:///C:/Users/SITNUOU/Downloads/337-Текст%20статті-593-2-10-20241112%20(1).pdf [Accessed: 26 June 2025].
5. Vorobiov, Ye. S., Balakireva, S. M., Konov, D. V. and Kyrychenko, D. Yu., (2023). Analysis of the data processing procedure obtained from unmanned aerial

- systems using a database hosted on a cloud web server. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, 3(77), pp.27–31. DOI: 10.30748/zhups.2023.77.04. **6. Burita, L. and Novak, A.**, (2020). ISR data processing in military operations. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(5), 314–331. DOI: 10.25046/aj050540. **7. Liu, X., Yu, Z., Liu, X., Miao, L. and Yang, T.**, (2024). Military equipment entity extraction based on large language model. *Applied Sciences*, 14, 9063. DOI: 10.3390/app14199063. **8. Hao, J. and Pei, M.**, (2025). Mission reliability assessment for the multi-phase data in operational testing. *Stats*, 8(49). DOI: 10.3390/stats8030049. **9. Gupta, R., Walker, L., Glickman, E., Koizumi, R., Bhatnagar, S. and Reddie, A. W.**, (2025). Open-source assessments of AI capabilities: the proliferation of AI analysis tools, replicating competitor models, and the Zhousidun dataset. *arXiv*. DOI: 10.48550/arXiv.2405.12167. **10. Vihovskiy, M.**, (2023). Automated control systems for the Armed Forces of Ukraine: advantages and features [online]. Available at: <https://softline.org.ua/news/avtomatyzovani-systemy-upravlennia-dlia-zbroinykh-syl-ukrainy-pliusy-ta-osoblyvosti.html> [Accessed: 19 June 2025]. **11. Zasiadko, A. A., Ryzhkov, O. V., Yula, O. V. and Zozulia, V. M.**, (2023). Analysis of the features of external trajectory information processing algorithms obtained by the radar system. *Collected Scientific Works of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 2(16). DOI: 10.37701/dndivsovt.16.2023.05. **12. Kornienko, S. P., Kornienko, I. V., Kaznachei, S. M., Zhyrna, O. V. and Kravchenko, V. S.**, (2021). Justification of information components of the normative-reference database for the automated information system of military equipment testing support. *Collected Scientific Works of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 1(7). DOI: 10.37701/dndivsovt.7.2021.04. **13. Ministry of Defence of Ukraine, 2024.** How the algorithm for conducting typical tests of serial samples of weapons and military equipment works [online]. Available at: <https://mod.gov.ua/news/yak-praczuuye-algoritm-provedennya-tipovih-viprobuvan-serijnih-zrazkiv-ozbroynennya-ta-vijskovoyi-tehniki-poyasnennya-minoboroni> [Accessed: 19 June 2025]. **14. DSTU V 15.307:2023, 2024.** Life cycle management system for weapons and military equipment. Testing and acceptance of serial products of weapons and military equipment. Basic provisions. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. **15. Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 2007.** Pistols, revolvers and other short-barreled non-lethal devices: general technical requirements [online]: *Standard SOU 78-19-001:2007*. Available at: <https://www.7-62.ua/article/id/198> [Accessed: 20 June 2025]. **16. Section 3** «Current issues of testing and certification of weapons and military equipment of airborne assault troops, special operations forces, marine corps, search and rescue units of state aviation and combat equipment complexes» [online], 2024. Available at: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/view/431/402> [Accessed: 20 June 2025]. **17. Sprotiyv G7, 2025.** Directory of advanced samples of weapons and military equipment for reconnaissance units [online]. Available at: <https://sprotiyvg7.com.ua/lesson/dovidnik-perspektivnix-zrazkiv-ozbroynennya-ta-vijskovoi-tehniki-dlya-rozviduvalnix-pidrozdiv> [Accessed: 20 June 2025]. **18. Briankin, S. S., Skyba, O. V., Domanov, I. O., Rybachok, D. V. and Briankin, O. S.**, (2024). Balance of testing activities and controlled operation of equipment: ensuring reliability and readiness of military equipment [online]. In: *Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*, 20 February 2024, Kharkiv: National Guard of Ukraine, pp.8–10. Available at: <https://nangu.edu.ua/uploads/files/documenty/2024/naukova%20diyalnist/forumy/2024/ЗБІРНИК%20ТЕЗ%20ДО ПОВІДЕЙ%202024.pdf> [Accessed: 20 June 2025]. **19. Andrushko, M. V., Arkushenko, P. L., Kuznetsov, V. O. and Kuzmich, O. Ye.**, (2023). Analysis of existing methods for determining the thermal visibility characteristics of military aviation equipment [online]. In: *Proceedings of the XXIII Scientific and Technical Conference of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 28 September 2023, Cherkasy, pp.255–256. Available at: <https://dndivsovt.com/index.php/collection/article/download/337/308/> [Accessed: 20 June 2025]. **20. Andrushko, M. V., Kuznetsov, V. O. and Ratushnyi, S. V.**, (2019). Justification of methods for analysing and processing measurement information during testing [online]. *Collected Scientific Works of the State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*. 1(1), 5–9. Available at: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/download/175/172/> [Accessed: 20 June 2025]. **21. National Army Academy of Ukraine, (2018)** [online]. Prospects for the development of weapons and military equipment: *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference*, 17–18 May 2018, Lviv, 389. Available at: https://asv.mil.gov.ua/content/nauka/2018/17-18-05-2018_zb_tez_dop.pdf [Accessed: 20 June 2025].

Рукопис надійшов до редакції	30.06.2025
Рукопис прийнято до друку після рецензування	14.08.2025
Дата публікації	29.08.2025