

УДК 623.618.5

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ДАНИХ NATO CALS  
В ІННОВАЦІЙНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ КРАЇН  
БАЛТІЙСЬКО-ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ**

**О.Є. Скворчевський**

к.т.н., доцент, докторант кафедри інформаційних технологій  
і систем колісних та гусеничних машин імені О.О. Морозова,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна,

ORCID ID: 0000-0002-4572-7305

**Анотація**

*CALS-концепція є необхідним інструментом супроводження життєвих циклів таких високотехнологічних машинобудівних виробів, як літаки, об'єкти бронетехніки, кораблі тощо. Зародившись у 80-х роках ХХ-го століття для логістичного супроводження процесів створення, експлуатації та утилізації озброєння та військової техніки у США, CALS-концепція сьогодні є необхідним інструментом як у спеціальному, так і в цивільному машинобудуванні розвинених країн. На жаль, в Україні, як загалом у Балтійсько-чорноморському регіоні, питанням упровадження CALS-концепції у високотехнологічне машинобудування приділяється дуже мало уваги. Одним із найважливіших інструментів концепції для менеджменту даних є модель даних NATO CALS. Метою цієї роботи є аналіз моделі даних NATO CALS на предмет її впровадження в менеджмент даних високотехнологічного машинобудування країн Балтійсько-чорноморського регіону. У результаті була розглянута модель даних NATO CALS за NATO CALS Handbook як основним керуючим документом НАТО із впровадження CALS-концепції, а також іншими допоміжними джерелами. Як висновки було визначено, що переваги застосування моделі даних NATO CALS у менеджменті даних високотехнологічного машинобудування дадуть змогу країнам Балтійсько-чорноморського регіону більше інтегруватися в євроатлантичні структури та поживлять інтеграційні процеси у високотехнологічних галузях регіону. Це приведе до підвищення суб'єктності та ваги країн регіону на міжнародній арені за рахунок проектування та виробництва сучасної високотехнологічної машинобудівної продукції, зокрема озброєння та військової техніки. Перепони на шляху впровадження CALS-концепції в Балтійсько-чорноморському регіоні взагалі та моделі даних NATO CALS зводяться до двох основних причин – політичної волі до інтеграції високотехнологічного машинобудування країн регіону та вкрай низького кадрового забезпечення у сфері CALS. Ці проблеми можуть вирішуватися за рахунок збільшення публікаційної активності в напрямі досліджень для підвищення інтересу наукового співтовариства, менеджменту підприємств та широкої спільноти регіону до CALS-концепції.*

**Ключові слова:** CALS-концепція, Балтійсько-чорноморський регіон, менеджмент даних, модель даних NATO CALS, машинобудування, життєвий цикл продукту, мова моделювання EXPRESS, ISO 10303-11:2004

THE PROSPECTS OF THE NATO CALS DATA MODEL USAGE  
IN INNOVATIVE MECHANICAL ENGINEERING  
OF THE BALTIC-BLACK SEA REGION

A.E. Skvorchevsky

Ph.D., Associate Professor, Habilitated Doctor Degree Applicant at the Department  
of Information Technology and Systems of Wheeled and Tracked Vehicles  
Named after A.A. Morozov,  
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-4572-7305

**Summary**

*The CALS-concept is a necessary tool for supporting the life cycles of such high-tech engineering products as aircraft, armored vehicles, ships etc. Born in the 80s of the twentieth century for the logistical support of the processes of creation, operation and utilization of weapons and military equipment in the United States, the CALS-concept is now a necessary tool in both military and general engineering in developed countries. Unfortunately, in Ukraine, as well as in the Baltic-Black Sea region as a whole, very little attention is paid to the implementation of the CALS-concept in high-tech mechanical engineering. One of the most important conceptual tools for data management is the NATO CALS data model. This work aims to analyze the NATO CALS data model for its implementation in the data management of high-tech mechanical engineering in the countries of the Baltic-Black Sea region. As a result, the NATO CALS data model behind the NATO CALS Handbook was considered as the main NATO governing document for the implementation of the CALS concept, as well as other supporting sources. As a conclusion, it was determined that the advantages of using the NATO data model CALS in data management of high-tech mechanical engineering will allow the countries of the Baltic-Black Sea region to integrate more into Euro-Atlantic structures and revitalize the integration processes in high-tech industries in the region. This, in turn, will lead to an increase in the subjectivity and weight of the countries of the region in the international arena through the design and production of modern high-tech engineering products, in particular, weapons and military equipment. Obstacles to the implementation of the CALS concept in the Baltic-Black Sea region in general and the NATO data model CALS boil down to two main reasons – the political will to integrate high-tech machine-building of the countries of the region and extremely low staffing in the field of CALS. These problems can be solved by increasing publication activity in the direction of research to increase the interest of the scientific community, enterprises management and the general public of the region in the CALS concept.*

**Key words:** *CALS-concept, Baltic-Black Sea region, data management, NATO CALS data model, mechanical engineering, product life cycle, EXPRESS modeling language, ISO 10303-11: 2004*

**Вступ.** За останні роки український народ показав рішуче прагнення рухатись у бік Євроатлантичної інтеграції. Прагнення України до вступу в НАТО органічно поєднується із процесами поживлення співробітництва та інтеграції в Балтійсько-чорноморському регіоні. Таке співробітництво здатне значно посилити вагу кожної із країн регіону та додати суб'єктності на міжнародній арені. Важливим

аспектом Балтійсько-чорноморського співробітництва можуть бути спільні науково-технічні проекти в галузі інноваційного машинобудування, зокрема створення нових зразків озброєння та військової техніки. Такі проекти вимагають наявності спільної інформаційної інфраструктури, що може бути побудоване за концепцією Continuous Acquisition and Lifecycle Support (CALs).

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Основним керуючим документом у реалізації CALs-концепції на національному та наднаціональному рівнях є NATO CALs Handbook. У ній показано, що сучасні складні технічні системи, зокрема зразки озброєння та військової техніки, не можуть працювати без доступу до великої кількості інформації. Також вони генерують значну кількість інформації впродовж своїх життєвих циклів. Діджиталізації життєвих циклів машинобудівної продукції відкриває величезні можливості, але також створює нові проблеми та ризики. Основна проблема виникає, коли багатьом організаціям потрібно використовувати одну і ту ж інформацію. Відмінності у визначенні даних та форматі даних ускладнюють комунікації між партнерами та потребують розробки дорогих інтерфейсів. Часто дані замикаються в програмі, в якій вони створені, щоб змусити використовувати ліцензійні програмні продукти. Як результат, багато програмних продуктів, замість того, щоб вдосконалювати комунікацію, на практиці виступають як бар'єри між учасниками життєвих циклів машинобудівної продукції. Для вирішення цієї проблеми CALs-концепція пропонує використовувати формальний опис даних, необхідних для підтримки логістичного процесу супроводження життєвого циклу високотехнологічного машинобудівного виробу. Такий опис даних отримав назву «модель даних NATO CALs (NATO CALs Data Model)».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підвищення публікаційної активності з питань CALs-концепції та її складової інтегрованої логістичної підтримки зразків озброєння та військової техніки розпочалося в 2014 році і продовжується в Україні [1–6 та ін.]. Однак, якщо в період з 2014 по 2018 рік вони носили в основному ознайомчий та оглядовий характер [1–3 та ін.], то з 2018 року починається публікація статей з більш конкретними технічними пропозиціями по впровадженню CALs-концепції в українські силові структури та оборонно-промисловий комплекс [4–6 та ін.]. Насамперед розглядаються питання менеджменту даних, які являють собою дуже важливий актив, що генерується на усіх етапах життєвого циклу зразку озброєння або військової техніки [4–6 та ін.].

Робота [4] присвячена аналізу переваг та недоліків, практичних принципів та підходів побудови баз даних систем логістичної підтримки життєвих циклів інноваційної машинобудівної продукції, зокрема зразків озброєння та військової техніки. Показано, що CALs-системи НАТО можуть використовувати всі типи баз даних (централізовану, децентралізовану та розподілену), що робить їх гнучкими та адаптивними. В ході розробки українських CALs-систем та технологій потрібно слідувати цьому ж принципу, можливо, адаптуючи його до умов гібридних загроз.

У тезах [5] розглянуто поняття пакету технічних даних (technical data packages (TDP)) як одиниці, що містить технічний опис продукту, достатній для підтримки стратегії придбання, виробництва, інжинірингу та логістичної підтримки

машинобудівного виробу (зразка озброєння або військової техніки). Дані визначають необхідну конфігурацію проекту та вимоги до продуктивності, а також процедури, необхідні для контролю адекватності продуктивності виробу. TDP містить такі дані, як моделі, креслення, пов'язані списки, специфікації, стандарти та вимоги до експлуатації.

У статті [6] показано, що експлуатація складного технічного виробу протягом його життєвого циклу обходиться в два і більше разів дорожче, ніж власне його вартість. Крім цього, експлуатація складних технічних виробів неможлива без технічної підтримки підприємства-виробника або спеціалізованого сервісного підприємства. Враховуючи прагнення інтеграції України в технологічні, технічні та оборонні структури НАТО, потрібен перегляд систем технічного обслуговування та адаптація їх до стандартів, прийнятих в країнах Заходу. Одним із завдань, яке необхідно вирішити на шляху інтеграції Збройних Сил України в західні оборонні структури, є створення бази даних зразка озброєння. База даних зразка озброєння повинна складатися з інтерактивних електронних технічних публікацій, створюваних розробником зразка озброєння (підрядником) і записів аналізу логістичної підтримки, створюваних системою аналізу логістичної підтримки, як правило, автоматично. Тобто інтерактивні ремонтні та експлуатаційні документи є, по суті, канвою, яка наповнюється модулями даних (технічними публікаціями), створеними виробником озброєння, і коригуються модулями даних аналізу логістичної підтримки, які формуються на основі досвіду експлуатації того чи іншого виробу в конкретних умовах експлуатації.

Незважаючи на фундаментальний та інноваційний для України та загалом Балтійсько-чорномоського регіону характер статті [6], вона спирається на концепцію PLM, а не на більш широку концепцію CALS. Таким чином, є ризик, що інтегрованої бази даних зразка озброєння (Integrated Weapon System Data Base (IWSDB)) запропонована авторами [6] замкнеться на одному програмному продукті для її створення, що може створити певні перепони для взаємодії різних учасників життєвих циклів зразків озброєння та військової техніки, як прикладів високотехнологічних машинобудівних продуктів. Автори [6] не розглянули поняття моделі даних, а вона значною мірою визначає модель та архітектуру бази даних [7, 8]. Так, для розвитку баз даних машинобудівних виробів, зокрема зразків озброєння та військової техніки, було б дуже корисно розглянути моделі даних NATO CALS (NATO CALS Data Model (NCDM)) [9].

Потрібно відзначити, що в інших країнах Балтійсько-чорноморського регіону стан дослідження у напрямі NCDM та CALS-концепції взагалі, знаходиться значно на нижчому рівні ніж в Україні. Виключенням може бути лише Чехія де діє підприємство, що впроваджує CALS-технологій та системи на машинобудівних підприємствах [10]. Однак наукових публікацій в напрямі досліджень авторів з цієї країни виявлено не було.

**Формулювання цілей статті** Метою роботи є детальний розгляд моделі даних NATO CALS (NATO CALS Data Model (NCDM)) як загального набору визначень, які можна використовувати для досягнення узгодженості інтерфейсів на інформаційному рівні, не вимагаючи стандартизації апаратних чи програмних засобів в контексті її використання в інноваційному машинобудуванні країн Балтійсько-чорноморського регіону.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У роботі [11] дається більш сучасний опис NCDM версії 4.0. Однак, враховуючи те, що в науково-технічній літературі країн Балтійсько-чорноморського регіону питання розвитку NCDM не висвітлені, будимо спиратися на класичне розуміння NCDM, представлене в [9]. Також зауважимо, що в [11] вказується, що останнім часом паралельно із терміном NCDM використовується термін NATO Product Data Model (NPDM). Але автор у своїй роботі [11] все ж використовує термін NCDM.

Приведемо коротке визначення, що ж таке модель даних. Моделлю даних можна вважати абстрактне, самодостатнє, логічне визначення об'єктів, операторів та інших елементів, що у сукупності становля абстрактну машину доступу до даних, з якою взаємодіє користувач. Ці об'єкти дозволяють моделювати структуру даних, а оператори – поведінку даних [7].

NCDM ідентифікує загальний набір визначень даних, що використовуються для досягнення узгодженості інтерфейсів на інформаційному рівні, не вимагаючи стандартизації апаратних чи програмних засобів. Роль NCDM полягає в стандартизації репозиторію технічної інформації життєвого циклу машинобудівного виробу, наприклад зразка озброєння або військової техніки, з метою, щоб усі учасники життєвого циклу з різною інфраструктурою інформаційних технологій, наприклад різними апаратними та програмними платформами, могли використовувати ту саму технічну інформацію. Інформаційна модель стосується основного сенсу даних незалежно від технології. Модель описує сенс даних через структуру та обмеження коректності. Вона не визначає методи кодування для значень даних [9].

Згідно із рекомендаціями [9] для визначення вимог до інформації NCDM використовує мову моделювання EXPRESS. Функція EXPRESS полягає в описі інформаційних вимог та коректності умов для обміну даними. Інформаційна модель EXPRESS організована в схеми. EXPRESS це мова моделювання для даних про виробництво. EXPRESS оформляється відповідно до стандарту ISO 10303-11 [12]. NCDM використовує EXPRESS як формальну мову для визначення вимог до інформації. NCDM не є інструментом (plug-and-play) підключення та вирішення всіх проблем управління інформацією. Потрібно подальше розроблення для побудови IT-системи навколо NCDM. Функція EXPRESS полягає в описі інформаційних вимог та правильності умов, необхідних для змістовного обміну даними [9].

Сирі дані не є інформацією. Учасникам життєвого циклу продукту доцільно обмінюватися даними лише у зв'язці із угодою про значення цих даних. Інформаційна модель – це угода про значення даних. Ця угода представлена формально, використовуючи відповідну мову опису (наприклад, EXPRESS). Угода визначає, якими даними будуть обмінюватися та який їх зміст. У моделі даних сенс даних передається структурою даних та зв'язком. Те, як дані створюються промисловістю і як вони використовуються експлуатантом, не є частиною угоди. Процеси та програмні продукти, які використовують дані, також не є частиною угоди.

NCDM може бути використана для уточнення технічної інформації, необхідної експлуатанту машинобудівного продукту для його підтримки в процесі служби протягом усього життєвого циклу. З погляду менеджера проекту, NCDM може використовуватися для визначення вимог до даних для конкретного проекту. Перевага використання NCDM полягає у якості даних, визначених договором.

Модель дає інтегрований вигляд даних, де проектні дані, такі як фізичні та функціональні розбиття, інтегруються з даними підтримки та з даними, необхідними для надання технічної документації. Підрядник надає дані про конфігурацію та проектування, підтримуючих підготовку звітів про складальне креслення та специфікацію Bill of Material (BOM), звіти про відзначені події, багаторівневі звіти про структуру виробів. Ці дані складаються у вигляді примірників таких структур NCDM, як:

- продукт;
- версія продукту;
- структуровані визначення продукту (його підтипів за потребою) [9].

Для поставлених товарів підрядник надає інвентарні номери НАТО (NATO STOCK NUMBERS (NSN)) у форматі, визначеному Системою кодифікації НАТО. NSN мають формувати приклади таких сутностей NCDM, як:

- ідентифікатор продукту зовнішній;
- призначення ідентифікації продукту;
- категорія ідентифікації продукту [9].

Дані щодо характеристик та управління, пов'язані з інвентарними номерами НАТО (NATO STOCK NUMBERS (NSN)), надаються у формі конкретизації щодо наступних сутностей NCDM:

- характеристика призначення;
- характеристика та її підтипи за потребою [9].

У [9] показано, що існує потік інформації між усіма учасниками життєвого циклу машинобудівного виробу, наприклад зразка озброєння чи військової техніки. У термінології NATO CALS Handbook цей потік називається «технічна інформація оборонної системи (Defense System Technical Information)». Коли учасникам із різними програмними та апаратними платформами потрібно ділитися однаковою інформацією, виникає потреба в інтерфейсах. Це складне і дороге програмне забезпечення, яке виконує функції «перекладачів» між різними системами. NCDM може використовуватися як загальний словник, узгоджений машинобудівною промисловістю та експлуатантом зразка високотехнологічної машинобудівної продукції. Це зменшує кількість інтерфейсів в системі із  $N(N-1)$  до  $2N$  де  $N$  – кількість учасників життєвого циклу продукту.

Модель даних реалізується в базі даних. Модель даних EXPRESS не залежить від технології і може бути реалізована в різних типах баз даних, наприклад реляційній, об'єктно-орієнтованій або ієрархічній. У [9] припускається, що модель реалізована у реляційній базі даних. Перевага реляційних систем полягає в їхній здатності зберігати великі обсяги даних у високономованій, табличній формі та виконувати ефективні запити у великих наборах даних. Реляційні системи використовують SQL як для визначення даних, так і для обробки даних. На жаль, EXPRESS не містить компоненти для автоматичного створення реляційних таблиць. Метод відтворення NCDM як реляційної бази даних був перевірений під час тесту певного устаткування [9]. У цьому методі кожна сутність відображається у таблиці зі стовпцями для атрибутів. Кожна таблиця містить стовпчик з унікальним ідентифікатором для кожного екземпляра. Атрибути з примітивним значенням зберігаються на місці, а складені значення, такі як

складальні одиниці та агрегати зберігаються як сторонні ключі, що містять унікальний ідентифікатор екземпляра. Наслідування нормалізується поза таблицями. Таблиця для кожного типу сутності містить локальні атрибути, визначені сутністю, і використовує ідентифікатор екземпляра в якості основного ключа. Повний екземпляр сутності з усіма успадкованими атрибутами можна реконструювати за допомогою об'єднання через ідентифікатор усіх таблиць ієрархії типів. У [9] наводяться конфлікти, які повинні бути вирішені для впровадження NCDM у реляційній базі даних:

У термінології [9] користувачами інтегрованої бази даних про продукти, побудовані навколо NCDM, є промисловість, команди проектів систем озброєння або військової техніки (Defense System project teams) та Збройні сили НАТО (NATO Armed Forces).

Сучасні високотехнологічні машинобудівні підприємства мають будувати свої інженерні процеси навколо інтегрованої бази даних продуктів. Інженерні процеси мають дуже складні інформаційні моделі, оскільки інженерні програми маніпулюють імітацією реального світу. Моделі таких областей, як геометрія CAD, допуски, матеріали та плани виготовлення є структурно і семантично багатими. Часто інформація існує лише у вигляді програмних мовних структур, взятих, як правило, системи Product Data Management (PDM), CAD або Logistic Support Analysis (LSA). У результаті виникає ситуація, що для опису складних продуктів використовуються лише спеціальні цільові бази даних, контрольовані постачальниками програмного забезпечення систем PDM, CAD та LSA. Розробники та виробники не мають повного контролю над своїми базами даних продуктів, що зі стратегічних причин явно небажано, особливо в сфері безпеки і оборони. Для подолання вищезазначених проблем проектним та виробничим компаніям необхідно інтегрувати свої інженерні процеси навколо свої власних баз даних продукту (рис. 1) [9]. Термін «інтегрований» тут відноситься до процесу узгодження даних із багатьох різних джерел, щоб отриманою колекцією можна було керувати сумісно із мінімальною надлишковістю.

Деякими із технічних можливостей тут є такі:

- інтеграція навколо баз даних продуктів дає можливість паралельного проектування – процесу, коли багато інженерів працюють одночасно над різними складовими продукту [2, 9];
- інтегрована база даних продукту дає можливість зберігати в одному місці інформацію, необхідну для доставки Технічної документації (наприклад, Посібників із експлуатації) разом із даними про конфігурацію високотехнологічного машинобудівного продукту;
- інтегрована база даних про продукти дає можливість більш ефективного та гнучкого способу передачі даних до замовника;
- користувачеві може бути надано доступ до бази даних, що підтримується підрядниками;
- база даних або її частина можуть бути доставлені користувачеві;
- дані можуть бути доставлені користувачеві за допомогою обмінних файлів у будь-якому форматі користувача [9].

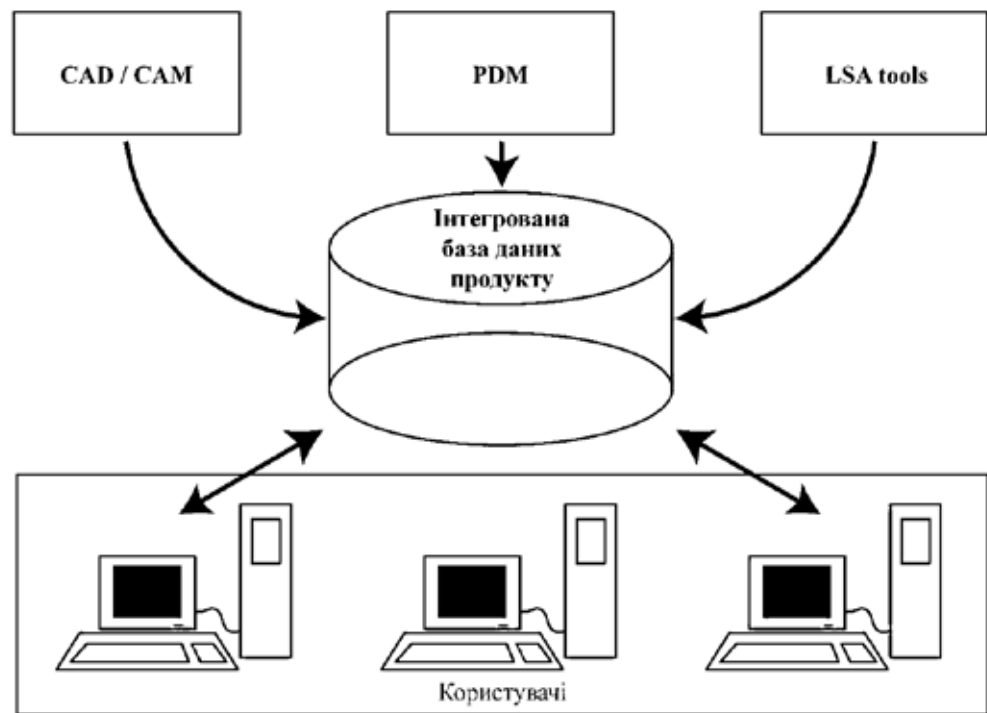


Рис. 1. Джерела даних інтегрованої бази даних продукту [9]

Основне значення інтегрованої бази даних продуктів для команд проекту систем озброєння або військової техніки (Defense System project teams) полягає в тому, що така база даних може підтримувати віддалений доступ будь-яким авторизованим користувачем. Команда проекту може використовувати цю функцію для отримання доступу до даних під час їх створення. Переваги цього очевидні, наприклад:

- перевірка відповідності системним вимогам може бути оцінена в режимі реального часу;
- перевірка точності та повноти баз даних здійснюється простіше [9].

Так інтегровані бази даних продуктів сприяють створенню міжнародних мультидисциплінарних команд проектів.

Незважаючи на те, що країни НАТО вклали значні кошти в інфраструктурні програми для забезпечення логістичної підтримки своїх збройних сил, NATO CALS Handbook не рекомендує конкретні апаратні чи програмні рішення, які є обов'язковими для різних сторін [9]. NCDM, стандартизуючи інформаційний рівень, надає можливість визначити нову інформаційну інфраструктуру, побудовану навколо «Бази даних технічної інформації оборонної системи» (Defense System Technical Information Database). Переваги такого сховища технічної інформації, побудованого для всіх доступних систем озброєння, очевидні. Переваг, які є ще більш значущими, можна було б досягти, якщо База технічної інформації оборонної системи буде послідовно впроваджена всіма країнами НАТО. У цьому разі буде досягнута реалізація розподіленої бази даних НАТО для «Технічної інформації оборонної системи». Країнам НАТО, які працюють разом, може бути



дозволено отримати доступ до технічної бази даних щодо зброї один одного на необхідній основі [9]. Такий підхід може бути корисним для підвищення рівня співробітництва машинобудівних підприємств країн Балтійсько-чорноморського регіону.

Вищенаведена інформація із NATO CALS Handbook [9] демонструє великі переваги NCDM для усіх учасників життєвих циклів високотехнологічних інноваційних продуктів. Далі розглянемо, яким чином [9] пропонує впроваджувати в програму розробки, виробництва та подальшого супроводження життєвого циклу зазначеного продукту.

Рис. 2 ілюструє дії, необхідні для побудови ІТ-системи на основі NCDM. Прямокутники на діаграмі представляють дії, які необхідно виконати; стрілки – компоненти системи, які повинні бути доступні для виконання дій. Створюючи NCDM, основний компонент системи, перша дія завершується. Всі інші компоненти засновані на NCDM, але не менш важливі. Реалізація NCDM зіткнеться з необхідністю розроблення таких компонентів, як бізнес-правила, керівництво зі впровадження, визначення формату атрибутів і розроблення програмного забезпечення [9].



Рис. 2. Побудова ІТ-системи на основі NCDM [9]

Після розгляду NCDM перейдемо до уроків, корисних для України та інших країн Балтійсько-чорноморського регіону, а також до питань, які можуть стати на шляху впровадження NCDM у менеджмент інноваційних машинобудівних підприємств регіону.

**Висновки (уроки для машинобудування країн Балтійсько-чорноморського регіону та відкриті питання впровадження NCDM).** Впровадження NCDM у високотехнологічне машинобудування, насамперед оборонно-промисловий комплекс України та інших країн Балтійсько-чорноморського регіону, відкриває великі

перспективи та ставить значні виклики для усіх учасників життєвих циклів інноваційної машинобудівної продукції. Серед перспектив потрібно відзначити такі:

1) робить більш ефективним паралельне проектування, що відкриває можливість до більш швидкого створення сучасних зразків машинобудівної продукції із залученням науковців та інженерів з усіх країн регіону;

2) сприяє створенню мультидисциплінарних команд проекту, що забезпечує більш системний підхід до проектування;

3) є важливим елементом побудови інформаційної інфраструктури машинобудування за принципами «Бази даних технічної інформації оборонної системи» (Defense System Technical Information Database);

4) відкриває можливість більш формалізованого супроводження життєвих циклів машинобудівної продукції виробництва країн Західної Європи, Об'єднаного Королівства, США, Канади;

5) сприяє створенню науково-технічних підприємств із аутсорсингу інженерних та науково-дослідних послуг в галузі машинобудування.

Таким чином, NCDM за рахунок більш ефективного менеджменту даних допомагають вирішити для машинобудівних галузей країн Балтійсько-чорноморського регіону два стратегічні завдання. По-перше, більша інтеграція як рівноправних членів у європейські та євроатлантичні структури. По-друге, але не менш важливе, пошук інтеграції всередині регіону, що результати підвищить конкурентоздатність машинобудівних галузей кожної із країн на світовому ринку, а також додасть країнам геополітичної ваги за рахунок створення сучасних зразків озброєння та військової техніки.

Серед проблем, що скоріше за все постануть перед країнами на шляху впровадження NCDM, потрібно назвати такі:

1) необхідність вивчення та впровадження стандартів NATO MIL STD 1388, AECMA Spec 1000D and AECMA Spec 2000M та ін.;

2) підготовка інженерів-програмістів зі знанням мов моделювання EXPRESS та EXPRESS-G;

3) вивчення можливості використання інших мов моделювання, наприклад The Unified Modeling Language (UML), для проектів, у яких набагато простіше знайти кадрове забезпечення в країнах Балтійсько-чорноморського регіону;

4) вивчення можливості створення не реляційної, а ієрархічної бази даних для реалізації NCDM для уникнення проблем окреслених в [9];

5) розглянути можливість створення репозиторію даних стандартних елементів загальномашинобудівного призначення;

6) на наднаціональному рівні розглянути можливість створення інформаційної інфраструктури для пошуків співробітництва країн у галузі інноваційного машинобудування.

Таким чином, є дві основні проблеми, що постануть перед країнами Балтійсько-чорноморського регіону на шляху впровадження NCDM, як і загалом концепції CALS. Першою з них є практична відсутність кадрового забезпечення цих процесів. Другою є наявність політичної волі керівництва країн регіону до інтеграції у високотехнологічних галузях. Обидва питання потребують широкого висвітлення питань CALS-концепції в науковій, науково-популярній та навчальній літературі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Воїнов В.В. Інтегрована логістична підтримка зразків озброєння та військової техніки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 1 (37). С. 12–15.
2. Скворчевський О.Є. Аналіз зарубіжного досвіду побудови CALS-технологій для управління життєвим циклом озброєння та військової техніки. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Серія «Економічні науки»*. Харків: НТУ «ХПІ», 2016. № 48 (1220). С. 75–80. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/29399> (дата звернення: 24.12.2020).
3. Скворчевський О.Є. CALS-концепція логістичної підтримки життєвого циклу озброєння та військової техніки: національні аспекти впровадження. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони (Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence)*. 2019. № 1 (34). С. 45–52. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41288> (дата звернення: 24.12.2020).
4. Скворчевський О.Є. Організація систем управління баз даних в логістичній підтримці життєвого циклу озброєння та військової техніки. *Актуальні проблеми управління соціально-економічними системами*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (7 грудня 2018 р. Луцьк): РВВ Луцького НТУ, 2018. Ч. 2. С. 239–243. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39152> (дата звернення: 24.12.2020).
5. Скворчевський О.Є., Лаврук А.Р. Пакети технічних даних в інтегрованій логістичній підтримці зразків озброєння та військової техніки. *Проблеми формування та розвитку інноваційної інфраструктури*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (23–25 травня 2019 р. Львів): Львівська політехніка, 2019. С. 419. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41652> (дата звернення: 24.12.2020).
6. Creating a database of existing weapon system / V. Voinov, G. Kachurovski, A. Shevchenko, O. Gurin. *Актуальні питання розвитку Збройних Сил*: збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. 2018. № 3 (57). С. 38–42.
7. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. 8-е изд. М.: «Вильямс», 2006.
8. Когаловский М.Р. Абстракции и модели в системах баз данных. *СУБД*. Издательский дом «Открытые системы». 1998. № 4–5.
9. NATO CALS: handbook. Brussels, 2000. 307 p. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.9777&rep=rep1&type=pdf> (дата звернення: 24.12.2020).
10. CALS service. URL: <http://www.cals.cz> (дата звернення: 27.12.2020).
11. Dr. John W. Sheppard Review of NATO CALS Data Model v. 4.0. URL: <https://grouper.ieee.org/groups/scc20/dmc/1522/NCDM-review.pdf> (дата звернення: 24.12.2020).

12. ISO 10303-11:2004. Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. URL: <https://www.iso.org/standard/38047.html> (дата звернення: 24.12.2020).

#### REFERENCES

1. Voinov, V. (2014). Integrated logistical support of samples of armaments and military equipment [Intehrovana lohystychna pidtrymka zrazkiv ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*. 1 (37), 12–15. [in Ukrainian].
2. Skvorchevskyi, O. (2016). Analysis of foreign experience and encouragement of CALS-technologies for managing the life cycle of health and safety [Analiz zarubizhnogo dosvidu pobudovy CALS-tekhnolohii dlia upravlinnia zhyttievym tsyklom ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky]. *Visnyk Nats. tekhn. un-tu «KhPI»: zb. nauk. pr.Seriia «Ekonomichni nauky»*. 48 (1220), 75–80. Retrieved from <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/29399> [in Ukrainian].
3. Skvorchevskyi, O. (2019). CALS-concept of logistics support of the life cycle of armaments and military equipment: national aspects of implementation [CALS-kontseptsiiia lohystychnoi pidtrymky zhyttievoho tsyклу ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky: natsionalni aspekty vprovadzhennia]. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*. 1 (34), 45–52. Retrieved from <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41288> [in Ukrainian].
4. Skvorchevskyi, O. (2018, 7 december). Organization of database management systems in the logistical support of the life cycle of armaments and military equipment [Orhanizatsiia system upravlinnia baz danykh v lohystychnii pidtrymtsi zhyttievoho tsyклу ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky]. *Aktualni problemy upravlinnia sotsialno-ekonomichnymy systemamy: materialy III Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. Lutsk*. 2, 239–243. Retrieved from <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39152> [in Ukrainian].
5. Skvorchevskyi, O., & Lavruk, A. (2019, 23–25 may). Technical data packages in integrated logistical support of samples of armaments and military equipment [Pakety tekhnichnykh danykh v intehrovanii lohystychnii pidtrymtsi zrazkiv ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky]. *Problemy formuvannia ta rozvytku innovatsiinoi infrastruktury: materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Lviv*. 419. Retrieved from <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/41652> [in Ukrainian].
6. Voinov, V. Kachurovski, G. Shevchenko, A. & Gurin, O. (2018). Creating of database of existing weapon system. *Aktualni pytannia rozvytku Zbroinykh Syl: zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnogo universytetu Povitrianykh Syl im. Ivana Kozheduba*. 3 (57), 38–42.
7. Deyt, K. Dzh. (2006). *Introduction to Database Systems*. [Vvedenie v sistemy baz danykh]. Moscow: Vilyams. [in Russian].

8. Kogalovskiy, M. (2014). Abstractions and models in database systems [Abstraktsii i modeli v sistemakh baz dannyakh]. *SUBD*. Izdatelskiy dom «Otkrytye sistemy». 1998. № 4–5. [in Russian].
9. NATO CALS: handbook. (2000). Brussels. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.9777&rep=rep1&type=pdf>
10. CALS service (<http://www.cals.cz>).
11. Dr. John, W. Sheppard Review of NATO CALS Data Model v. 4.0. Retrieved from <https://grouper.ieee.org/groups/scc20/dmc/1522/NCDM-review.pdf>
12. ISO 10303-11:2004. Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/38047.html>