

ГОЛОВНИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ТРУБОПРОВІДНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

Стаття присвячена визначенню пріоритетного фактору підвищення ефективності системи воєнної безпеки трубопроводних магістралей, які є об'єктом максимально високої воєнно-екологічної небезпеки через значну уразливість щодо деструктивного впливу. Визначено на ґрунті системного підходу системні ознаки, властивості та характеристики системи воєнної безпеки трубопроводних магістралей. Розроблено загальну концептуальну модель функціонування складної системи.

Ключові слова: трубопровідні магістралі, підвищення ефективності, живучість об'єктів енергетики, управління системою воєнної безпеки, системи енергетики, системний підхід.

Вступ. Система трубопроводних магістралей (ТМ) входить до складу загальної системи енергоносіїв (ЕН) держави і є об'єктом максимально високої воєнно-екологічної небезпеки. Об'єкти даного класу мають масштабне у просторі розташування та значну уразливість щодо деструктивного впливу. У випадку ураження даних об'єктів можливі масштабні руйнівні та екологічні наслідки, які пов'язані зі значними витратами сил, засобів і часу на їх ліквідацію.

Трубопровідні магістралі (ТМ) військового призначення в останній час набули поширення у збройних силах розвинутих країн. Вони призначаються для подачі пального від підприємств національної економіки, центрів забезпечення паливом, баз та складів пального до бригад (полків) матеріального забезпечення, армійських корпусів та до аеродромів базування авіації. Вони розгортаються у воєнний час для постачання військам пального для військової техніки та інших оперативно-стратегічних об'єктів. ТМ визнана значно більш ефективним засобом постачання енергоносіїв в порівнянні з танкерним транспортуванням, тому й буде в майбутньому головним засобом постачання енергоносіїв військам (силам) під час проведення операцій. Але ТМ, через стаціонарне розташування своїх елементів у великому просторі, нажаль, має підвищену уразливість як саме «ниток» трубопроводів, так й станцій забору, компресорних станцій, станцій розподілу та пунктів управління й забезпечення.

Основна частина. Практика експлуатації систем ТМ показує, що функції всебічної воєнної безпеки цих об'єктів не можуть покладатися тільки на персонал, який має основну функцію експлуатації ТМ за призначенням, що потребує створення «системи (служби) воєнної безпеки» на цих об'єктах, як підсистеми «забезпечення», з відповідними специфічними функціями.

Тому підсистема воєнної безпеки системи ТМ на цей час набуває вирішальної значущості для відвернення можливих збитків при її експлуатації в умовах забезпечення операції військ (сил).

Типова структура системи ТМ надана на рис. 1.

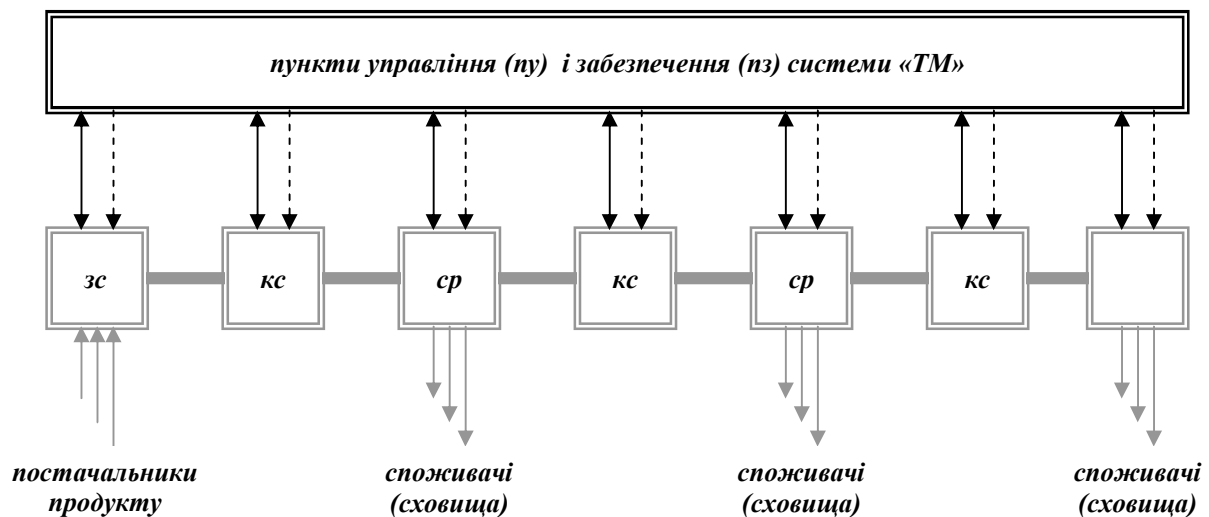


Рис. 1. Типова структура системи «трубопровідна магістраль»

*Трубопровідна магістраль з її елементами показана сірим кольором. Управління магістраллю показане неперервними стрілками, її забезпечення (матеріальними ресурсами, електроенергією, іншими видами) – пунктирними стрілками.

зс - магістральна станція забору (завантаження) продукту;

кц - магістральні компресорні станції (перекачки продукту);

сп- магістральні станції розподілу продукту (між споживачами локальних мереж);

пу - пункти управління системи ТМ

пз - пункти забезпечення (ресурсами та обслуговування) системи ТМ.

Система воєнної безпеки трубопровідних магістралей (СВБ ТМ) як складна система організаційного типу (ергати́чна система), належить до однієї з «підсистем забезпечення» над-системи «ТМ» згідно з принципом ієрархічності (Берталанфі) щодо складних систем (СС).

Воєнна безпека системи ТМ досягається комплексом заходів, що є функціями СВБ ТМ, а саме:

утримання (забезпечення) елементної та структурної надійності об'єкта ТМ шляхом впровадження новітніх технологій, резервування технологічного обладнання, безперервності матеріального і енергетичного забезпечення;

проведення організаційних заходів щодо безпечної експлуатації об'єкта шляхом якісного, екологічно безпечного технологічного процесу функціонування, наявності потрібної кваліфікації персоналу, наявності засобів техніки безпеки, охорони і оборони об'єкту від несанкціонованого втручання;

проведення профілактичних заходів щодо утримання потрібного рівня безпеки об'єкта за рахунок наявності обладнання для постійного, періодичного та регламентного контролю, обслуговування та модернізації технологічного обладнання;

ліквідація техногенних екологічно небезпечних наслідків при виникненні надзвичайних ситуацій в системі (витік компонент, забруднення ґрунту, води та повітря, пожежі, вибухи з руйнуванням технологічної системи об'єкта «ТМ» та зовнішніх об'єктів).

Складною системою, згідно з системним підходом, є об'єкт, що має у наявності певні **системні ознаки**. Перелічимо їх зміст для СВБ ТМ:

призначення - запобігання нанесення збитків як наслідків виникнення техногенних надзвичайних ситуацій на ТМ в процесі забезпечення операцій військ (сил);

системний ефект – відвернені воєнні збитки (*VS*);

мета за призначенням - досягнення потрібного рівня системного ефекту (воєнної безпеки);

спосіб утворення системного ефекту для досягнення мети – заходи запобігання (профілактики) та ліквідації наслідків техногенних надзвичайних ситуацій в ТМ;

ресурсний склад - сили (*NS*), які сукупністю різномірних засобів спроможні утворювати ефект потрібного рівня обраним способом, та інформаційний ресурс управління об'єктом;

структура - функціональні відносини складових виконавчої і управляючої частин об'єкту, що вказують на його організацію (систему управління);

процес застосування - кероване перетворення ресурсного потенціалу об'єкту в системний ефект (заходи по використанню засобів за час акту застосування *TS*);

управління – цілеспрямоване застосування інформаційного ресурсу (*IS*) для організаційного (планування) і оперативного керування ресурсним потенціалом системи (персоналом та засобами).

Складна система організаційного типу має також притаманні до неї **загальносистемні властивості**:

емерджентність - виникнення загальносистемної функції за призначенням та приріст групової продуктивності різномірних ресурсів (засобів) через керовану взаємодію сил;

сталість - збереження системної функції при деструктивному впливі на систему;

адаптивність - гнучке пристосування системи до змінних умов її застосування;

керованість – спроможність оперативного переходу до нових завдань за призначеннями.

Для СВБ ТМ перелічені властивості обов'язкові і забезпечуються потрібними параметрами системних ознак, коли дані властивості виникають.

СВБ ТМ, як ергатична система, має такі **загальносистемні характеристики**:

системна могутність - темп приросту у часі системного ефекту в процесі застосування;

запас здатності - певний час для наявних умов застосування, на протязі якого система здатна власними силами утворювати ефект з завданою могутністю наявним ресурсом засобів (тому ресурсний склад – матеріальна основа здатності);

системний потенціал - максимальний системний ефект застосування, який може бути досягнутий її силами при вичерпанні запасу здатності;

ефективність – міра досконалості системи як продуктивність витрат запасу здатності (трудовитрат сил) щодо створення системного ефекту потрібного рівня (безпеки) в операції.

Основні принципи системного підходу впливають із загальної концепції застосування об'єкта «складна система» для досягнення мети. Основою загальної концепції функціонування складної системи є кероване перетворення ресурсного потенціалу системи у системний ефект для досягнення системної мети, що й визначає зміст системних ознак, властивостей і характеристик, як то показане на рис.2.

Основою загальної концепції застосування складної системи є кероване перетворення ресурсного потенціалу системи у системний ефект для досягнення системної мети [1-4].

Вважається, що ефективність є спроможність системи утворювати системний ефект, але вона має кількісну міру. Таким чином, об'єктивно існує безпосередній зв'язок між рівнем системного ефекту *VS* і витратами *RS* потенціалу здатності сил на його утворення (які дорівнюють «трудовитратам»-

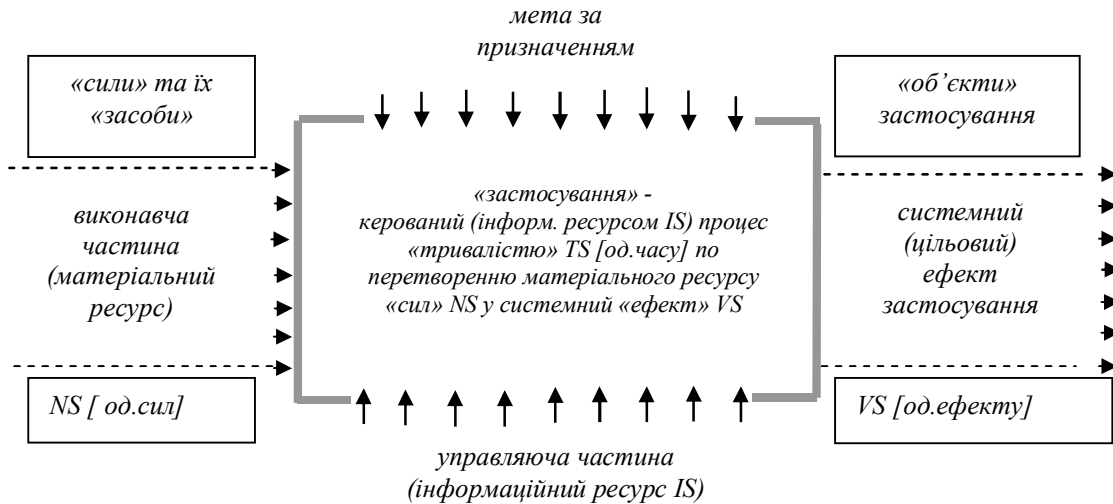


Рис. 2. Концептуальна модель функціонування «складної системи»

складу сил NS і часу їх застосування TS за дією управління використанням інформаційного ресурсу IS). Характер такого зв'язку в системах матеріальної природи – це пряма залежність ефекту від витрат, тому вважаємо, що аксіоматично справедливо

$$VS(IS) = ES \times RS(IS) = ES \times \{NS(IS) \times TS(IS)\}. \quad (1)$$

Тому коефіцієнт перетворення ES , який має фізичний зміст продуктивності витрат потенціалу здатності (ресурсів) по створенню ефекту, є загальною мірою досконалості системи (тобто її доцільності як пристосованості до використання за призначенням) і служить оцінкою ефективності системи в акті застосування; він дорівнює, як то витікає із (1)

$$ES = \frac{VS(IS)}{RS(IS)} = \frac{VS(IS)}{\{NS(IS) \times TS(IS)\}}. \quad (2)$$

Підкреслимо, що загальносистемна характеристика «ефективність» є фундаментальною для СС, оскільки визначається зовнішніми (загальносистемними) показниками (системним ефектом VS , складом сил NS , часом застосування TS), що пов'язані з кінцевим результатом акту застосування системи і тому залежать від усіх внутрішніх факторів – системних ознак.

Інформаційний ресурс СС, що містить дані про стан матеріальних ресурсів та умови акту застосування системи, інформаційні технології та засоби інформатизації управління, дозволяє сформулювати: план X розподілу засобів по об'єктах застосування, план розподілу сил по заходах процесу застосування та план (сценарій) дій D сил по реалізації планів X, Y розподілу, які складають зміст організаційного управління і саме якість котрих визначає ефективність системи.

Для кількісної оцінки системної ефективності ES потрібне обчислення значення функціонала

$$ES(VS, NS, TS) = \frac{VS(X, D)}{NS(Y, D) \times TS(Y, D)}, \quad (3)$$

де: X - план розподілу засобів по об'єктах застосування;
 Y - план розподілу сил по завданнях процесу застосування для реалізації плану розподілу X ;
 D - план (сценарій) дій сил по застосуванню засобів.

Принцип «максимуму системної ефективності» системного підходу, безумовно, є фундаментальним критерієм оптимальності рішень щодо створення, застосування і розвитку СС.

Згідно із змістом кількісної оцінки системної ефективності (3), загальні напрямки її підвищення визначаються виразом, де показаний характер впливу на ефективність основних системних показників

$$\frac{WS(\uparrow)}{RS(\downarrow) \cdot TS(\downarrow)} \Rightarrow ES(\uparrow) \quad (4)$$

Зрозуміло, що зміна основних системних показників у бажану сторону можлива тільки за дією факторів, від яких вони залежать – це саме системні ознаки об'єкту. Розглянуті напрямки підвищення ефективності є загально перспективними. Даний принцип вимагає серед перспективних напрямків досліджень обрати пріоритетний (за умов впровадження). Пріоритетність цього напрямку визначається наступними міркуваннями.

Насамперед, визначається «чутливість» системної ефективності ES по факторах – системних ознаках (системний ефект VS , ресурсний склад сил NS , час застосування TS) і приріст ефективності за рахунок вдосконалення системи по кожному з цих факторів

$$\frac{\partial ES}{\partial VS} = \frac{1}{NS \cdot TS}; \quad \Delta ES(VS) \approx \frac{1}{NS \cdot TS} \Delta VS; \quad (5)$$

$$\frac{\partial ES}{\partial NS} = \frac{(-VS)}{NS^2 \cdot TS}; \quad \Delta ES(NS) \approx \frac{(-VS)}{NS^2 \cdot TS} \Delta NS; \quad (6)$$

$$\frac{\partial ES}{\partial TS} = \frac{(-VS)}{NS \cdot TS^2}; \quad \Delta ES(TS) \approx \frac{(-VS)}{NS \cdot TS^2} \Delta TS. \quad (7)$$

Далі оцінюються очікувані витрати на вдосконалення об'єкту дослідження (системи) по кожному напрямку (сукупності факторів) як вартість повномасштабного впровадження новачій

$$YS(\Delta VS); YS(\Delta NS); YS(\Delta TS). \quad (8)$$

Тоді пріоритетність напрямку (і відповідних факторів) визначається максимумом співвідношення приросту ефективності і вартості повномасштабного впровадження –

$$P(VS, NS, TS) = \max_{\{F\}} \left\{ \frac{\Delta ES(VS)}{YS(\Delta VS)}, \frac{\Delta ES(NS)}{YS(\Delta NS)}, \frac{\Delta ES(TS)}{YS(\Delta TS)} \right\}. \quad (9)$$

Якщо існує функціональна залежність основних показників ефективності системи (ефекту, складу сил і часу застосування) від системних параметрів, що надаються вектором

$$X = \langle x_j, j = 1..n \rangle, \quad (10)$$

то ефективність системи, тим самим, стає функцією $ES(X)$.

«Чутливість» системної ефективності до варіацій (змін) системних параметрів визначається частковими похідними -

$$\frac{\partial ES(X)}{\partial x_j} = \frac{1}{NS \cdot TS} \cdot \frac{\partial VS(X)}{\partial x_j} - \frac{VS(X)}{NS^2 \cdot TS} \times$$

$$\times \frac{\partial NS(X)}{\partial x_j} - \frac{VS(X)}{NS \cdot TS^2} \times \frac{\partial TS(X)}{\partial x_j} = f_j(x_j), \quad j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Кожна функція $f_j(x_j), j = \overline{1, n}$ є аналітичним виразом правої частини для часткової похідної ефективності по системному параметру $x_j, j = \overline{1, n}$. Тоді приріст системної ефективності через зміну (вдосконалення) системного параметра $x_j, j = \overline{1, n}$ визначається із переходом до кінцевих різниць і одержанням очевидної формули –

$$\Delta ES(x_j) = f_j(x_j) \times \Delta x_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Упорядкований (по зменшенню значень) масив відношень приросту $\Delta ES(x_j)$ до повномасштабних витрат $c_j, j = \overline{1, n}$ на зміну відповідного параметра ($\Delta x_j, j = \overline{1, n}$) –

$$\langle \Delta ES(x_j) / \Delta C_j, \quad j = \overline{1, n} \rangle \quad (13)$$

визначає пріоритетність щодо впровадження заходів по вдосконаленню відповідних системних показників X . Вираз (13) дозволяє оцінити фактичний приріст системної ефективності при «вдосконаленні» відповідного системного показника вектора X .

Відмітимо, що управління, яке є загальним аргументом перелічених системних показників ефективності (см. 3), й виступає тому універсальним пріоритетним фактором підвищення ефективності по усіх напрямках.

Висновки. Таким чином, головним фактором – системною ознакою підвищення ефективності СВБ ТМ ми обираємо «управління», як пріоритетний напрямок інтенсифікації даної системи.

Управління, згідно з системним підходом, є цілеспрямованою функцією інформаційної частини системи по ефективному використанню її потенціалу для досягнення системної мети. Управління системою в акті застосування за призначенням має два етапи – «організаційне» (підготовка до застосування) і «оперативне» (керування діями сил в акті застосування).

Організаційне управління є процесом перетворення даних про стан матеріального ресурсу системи та умов її застосування в дані щодо розподілу цього ресурсу по об'єктах застосування, за допомогою інформаційних технологій (прийом, накопичення, зберігання, обробка, відображення та передача даних) та засобів інформатизації.

Оперативне управління є процесом перетворення даних щодо розподілу матеріального ресурсу по об'єктах застосування в результати виконання завдань (планів) в процесі застосування системи, за допомогою засобів інформатизації.

Відомо, що ефективність застосування системи закладається на етапі організаційного управління, коли якісне планування розподілу ресурсів по об'єктах застосування забезпечує підвищення ефективності системи безпеки ТМ. Тому вдосконалення системи ТМ можливе через максимізацію ефективності системи СВБ ТМ по фактору управління

$$ES(U^o) = \frac{VS(U^o)}{RS(U^o)} = \frac{VS^{nomp}}{\min_{\{U\}} RS(U)} = \max_{\{U\}} ES(U). \quad (14)$$

ЛІТЕРАТУРА:

1. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. Інститут проблем національної безпеки, Київ, 2004.
2. Горбулін В. П., Литвиненко О. В. Національна безпека: український вимір. – К.: ПП «Інтертехнологія», 2008. – 104 с.
3. Ленков С.В., Крихта В.В., Перегудов Д.О., Салімов Р.М., До питання статистичної оптимізації послідовних програм контролю високонадійних систем // Тези доповідей IV Міжнародної

науково-практичної конференції „Військова освіта та наука: сьогодення та майбутнє”. – Київ, 2008, - С.68-69.

4. Горбулін В., Литвиненко А. Українська політика національної безпеки України: актуальні виклики — адекватні відповіді // Дзеркало тижня, №11, 2009. – С.57-65.

5. Крихта В.В., Перегудов Д.О., Селюков О.В., Краснік А.А. Аналіз особливостей застосування та класифікація методів прогнозування у сфері розвитку мереж та телекомунікаційних технологій // Вісник державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – К., 2009.- Том 7, №1. – С.27 – 29.

6. Гришин С.П., Лантвойт О.Б., Виняський Я.Я. Інформаційне забезпечення комплексного керування захистом складних систем управління // Журнал «Сучасна спеціальна техніка». – К., 2011. – №2(25). – С.112 – 117.

7. Гришин С.П., Лантвойт О.Б. Організаційно-методичні рекомендації щодо створення підсистеми воєнно-екологічної безпеки систем енергетики // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. № 4. – Хмельницький, 2011. – №4. – С.51 – 54.

8. Педченко Г.М., Невольніченко А.І., Шарий В.І. Воєнно-наукове забезпечення операцій військ (сил). Монографія. МО України. Видання ВІ КНУ ім. Тараса Шевченка, 2011.

Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В., начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н., доц. Шваб В.К., к.т.н. Гришин С.П., к.т.н. Крихта В.В.,
к.т.н. Панин В.Г., Лалетин С.П.

ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Статья посвящена определению приоритетного фактора повышения эффективности системы военной безопасности трубопроводных магистралей, являющихся объектом максимально высокой военно-экологической опасности из-за их значительной уязвимости. Определены на почве системного подхода системные признаки, свойства и характеристики системы военной безопасности трубопроводных магистралей. Разработана общая концептуальная модель функционирования сложной системы.

Ключевые слова: трубопроводные магистрали, повышения эффективности, живучесть объектов энергетики, управление системой военной безопасности, системы энергетики, системный подход.

V. Schwab, S. Grishin, V. Krihta, V. Panin, C. Laletin II.

MAIN FACTOR OF THE EFFECTIVENESS OF THE MILITARY SECURITY PIPEWORK

Article is devoted to the definition of the priority factors increase the effectiveness of military security pipework that are subject to the highest possible military environmental hazard due to their significant vulnerability. Determined on the basis of a systematic approach systemic symptoms, properties and characteristics of the military security system pipework. A general conceptual model of the functioning of a complex system.

Keywords: pipework, increase the efficiency, survivability of energy facilities, the management system of military security, energy system, a systematic approach.