

DOI: 10.18372/2310-5461.52.16380

УДК 004.7

В. Ф. Гречанінов, канд. техн. наукІнститут проблем математичних машин і систем
orcid.org/0000-0001-6268-3204
e-mail: vgrechaninov@gmail.com;**І. М. Оксанич**, канд. техн. наукІнститут проблем математичних машин і систем
orcid.org/0000-0002-1208-3427
e-mail: inokc2018@gmail.com;**А. В. Лопушанський**Інститут проблем математичних машин і систем
orcid.org/0000-0002-4840-0236
e-mail: anatoliy.lopushanskyi@gmail.com

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ

Вступ

Президент України підписав указ (як повідомляє інформаційне агентство «Інтерфакс-Україна»), який вводить у дію рішення Ради національної безпеки і оборони України від 4 червня 2021 року «Щодо удосконалення мережі ситуаційних центрів та цифрової трансформації сфери національної безпеки і оборони» [1; 2].

У рішенні зазначено, що «РНБО вирішила визнати за необхідне розширення та подальший розвиток єдиної мережі ситуаційних центрів з метою підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень, взаємодії, координації і контролю за діяльністю органів виконавчої влади, правоохоронних органів та військових формувань у сферах національної безпеки і оборони у мирний час, а також в особливий період, у тому числі в умовах воєнного стану, в умовах надзвичайного стану та під час виникнення кризових ситуацій, що загрожують національній безпеці України» [2]. Це передбачає, перш за все, оснащення всіх ситуаційних центрів уніфікованим програмним та апаратним забезпеченням для інформаційно-аналітичного супроводження прийняття управлінських рішень.

Ситуаційні Центри (СЦ) органів державної влади (ОДВ) сектору безпеки і оборони (СБО) України являють собою клас автоматизованих систем (АС), що характеризується високим рівнем інтелектуалізації технології підтримки прийняття рішень, що сприяє активізації процесу

мислення осіб, які впливають на прийняття рішень. Такі АС надають високий рівень одночасного узагальнення і деталізації даних про діяльність об'єктів управління, допомагають здійснювати планування і управління ресурсами СБО держави на всіх рівнях управління та забезпечують оперативну взаємодію ОДВ СБО під час обговорення та прийняття рішень з питань безпеки і оборони.

Проблема створення для ОДВ СБО інтелектуальних СЦ є надзвичайно актуальною оскільки СБО несе відповідальність за національну безпеку держави в цілому і окремо кожного громадянина.

Постановка проблеми

Система СЦ ОДВ СБО — це багаторівнева АС, що призначена (згідно з визначенням багаторівневої АС [3]) для комплексної автоматизації взаємної роботи органів влади під час обговорення та прийняття рішень з питань безпеки і оборони щодо виявлення, запобігання і усунення кризових та надзвичайних ситуацій за рахунок впровадження і використання інформаційно-аналітичних та інтелектуальних процедур і процесів, що дозволяють швидко аналізувати, моделювати, прогнозувати сценарії розвитку ситуації і динамічно виробляти ефективні управлінські рішення.

Сукупність СЦ ОДВ за ієрархічною структурою являє собою велику і складну систему із взаємозв'язками як між її складовими частинами, так і з зовнішнім середовищем.

Вона формується як результат раціонального розподілу функцій між оперативним складом

структурних підрозділів ОДВ, що виконують завдання на СЦ, встановлення зв'язків між ними, забезпечення їх програмно-технічними засобами та інформаційно-інтелектуальними технологіями управління.

Три головних рівня управління, яке здійснюють силові структури СБО, — стратегічний (державний), оперативний та тактичний, задіяні у реагуванні на кризові і надзвичайні ситуації в мирний час та в особливий період.

Відповідно до визначених рівнів управління можна провести класифікацію СЦ:

– стратегічні, що вирішують складні, масштабні, відповідальні завдання, на рівні держави;

– оперативні, що вирішують завдання аналізу оперативної інформації про загрозу виникнення надзвичайної ситуації в реальному масштабі часу;

– тактичні, що вирішують завдання експрес-оцінки ситуації, оперативного доступу до керованого об'єкту і дають змогу керівнику завжди бути обізнаним із ситуацією незалежно від часу, та місця його знаходження.

Хоча на тактичному рівні управління не завжди присутні елементи автоматизованих систем ситуаційного управління (часто це — просто пункти управління, або диспетчерські), тим не менш, вони теж приймають участь у процесі управління, зокрема, вони часто першими приймають повідомлення про виникнення надзвичайних ситуацій та передають їх на верхні рівні.

За визначенням, «ситуаційний центр — це автоматизована система ситуаційного управління, що інтегрує нові інформаційні технології, можливості людини, останні досягнення в області прийняття рішень і дозволяє здійснювати колективне прийняття рішень, аналіз і прогнозування їх результатів» [4, с. 58].

З технічної точки зору «ситуаційний центр являє собою комплекс програмно-апаратних засобів для персональної та колективної аналітичної роботи групи керівників» [4, с. 58].

Треба зазначити, що незважаючи на універсальність основних функцій, цілей та принципів побудови, рішення, що застосовуються при створенні окремих СЦ є доволі індивідуальними і можуть значною мірою відрізнятися для різних СЦ.

Об'єктом дослідження цієї роботи є побудова програмно-технічного комплексу (ПТК) автоматизованої системи ситуаційних центрів органів державної влади сектору безпеки і оборони (АС СЦ ОДВ СБО) для трьох рівнів

управління — стратегічного, оперативного і тактичного у предметній області, яка відноситься до функціонування силових структур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У збірнику праць «Ситуаційні центри. Теорія і практика» [4] наведено погляди колективу авторів на рішення з побудови і функціонування СЦ для багаторівневої та багатоетапної підготовки прийняття рішень, на питання інтелектуалізації інформаційних технологій, що застосовуються, та на інструментальні засоби створення і функціонування СЦ. Зокрема, наведено декілька визначень СЦ, наголошено, що СЦ є основою стратегічного управління, вони створюються з метою допомагати керівникам великих підприємств, відомств, регіонів та цілих галузей виробляти системні рішення (сценарії) при управлінні складними розгалуженими процесами.

У статтях збірника наводяться принципи побудови СЦ, описуються цикл прийняття управлінських рішень у СЦ, побудова сценаріїв розвитку подій, висвітлюються питання функціональної архітектури системи і контролю виконання рішень, наводяться приклади застосування ГІС-технологій та висвітлюються багато інших важливих питань.

У праці [5] наголошується, що СЦ являє собою, перш за все, організаційну систему, що значно відрізняє його від зали для нарад з комп'ютерами. Наводиться модель циклу управління складною системою з участю експертів та описується технологічний процес підготовки і прийняття рішень у СЦ у плановому режимі та при виникненні надзвичайних ситуацій.

Статті [6; 7] присвячені розробці архітектури багаторівневих систем управління технологічними процесами [6] та багаторівневих систем управління регіоном [6].

Описані принципи та рівні інтеграції таких систем. Наведено рівні управління. Сформульовано вимоги до компонентів систем та розглянуто основні апаратно-програмні компоненти багаторівневих систем визначеного класу.

У праці [8] обговорюється розширений дизайн СЦ, а саме — консолі, широкоформатні дисплеї, їх характеристики. Наголошується про необхідність забезпечення безпечної мережі передачі даних, резервування та надійності систем.

Стаття [9] присвячена використанню хмарних технологій, зокрема, так званої «тактичної хмари», яка використовується для підвищення ситуаційної обізнаності тактичних підрозділів у

процесі прийняття рішень, що забезпечує об'єднання обчислювальних ресурсів (фізичних і віртуальних), широкий доступ по мережі, самообслуговування за запитом тощо. «Сенсорні хмари» складаються з мереж морських, повітряних, космічних, носимих людиною і наземних сенсорів. Як правило, тактичні кінцеві користувачі підключаються через мобільні однорангові мережі з використанням програмно-визначених радіостанцій на базі протоколу IP. Пристрої обробки даних, такі як смартфони та планшети, прив'язані до цих радіоприймачів.

У статті [10] описується програмне забезпечення (ПЗ), створене з метою обробки фотоматеріалу, отриманого за допомогою камери безпілотного літального апарата для нанесення знімків на растрові карти місцевості відкритих географічних сервісів (наприклад, Яндекс та Google.Map). Описані утиліти для проектування знімка на площину та нанесення фотоматеріалів на растрові карти, які входять у програмний комплекс. Розв'язання цього завдання сприяє вирішенню питань актуалізації карт, створення фотопланів місцевості, моніторингу місцевості тощо.

Роботи вчених Національного авіаційного університету [11; 12] присвячені проблемі розробки спеціального математичного та програмного забезпечення управління технологічними процесами в аеропорту.

У праці [11] наголошено, що розв'язання цієї проблеми має надати особі, що приймає рішення (ОПР), інструмент розширення своїх інтелектуальних можливостей, зокрема, за рахунок налаштування послуг «телекомунікативності» та «моделювання» при роботі у єдиному інформаційному просторі та прийнятті індивідуальних управлінських рішень.

У праці [12] запропоновані концептуальна модель і логічна структура та описані вимоги до типового ПЗ індивідуально налаштованого комунікаційного пристрою ОПР для його ефективної управлінської роботи в єдиному інформаційному просторі аеропорту.

У результаті проведеного аналізу останніх досліджень і публікацій можна зробити висновок про те, що, незважаючи на наявність робіт, присвячених багаторівневим системам, СЦ, розробки ПЗ для різних систем управління, у відкритій літературі немає достатнього висвітлення рішень, які стосуються теми даної статті.

Мета дослідження

Метою роботи є дослідження основних вимог до типового ПТК та його складу, який повинен

забезпечувати функціонування АС СЦ ОДВ СБО на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях управління у силових структурах.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо основні особливості побудови програмно-технічного комплексу системи СЦ СБО.

Програмно-технічний комплекс АС СЦ ОДВ СБО, як організована сукупність технічних і програмних засобів [5], який функціонує у складі комплексу засобів автоматизації (КЗА) АС СЦ ОДВ СБО, повинен створюватися з урахуванням вимог, що висуваються до АС СЦ ОДВ СБО.

Типовий ПТК АС СЦ будується з урахуванням ряду наступних особливостей, які характеризують інтеграцію складових АС.

Просторова інтеграція забезпечує об'єднання складових АС СЦ на декількох рівнях ієрархії системи державного управління.

Організаційна інтеграція підсистем та компонентів СЦ забезпечує можливості для раціонального поєднання автоматизованої управлінської діяльності з використанням горизонтальних і вертикальних зв'язків на відповідних рівнях управління. Таке об'єднання враховує склад органів управління і установлений порядок процесу управління як горизонтально на кожному рівні так і між різними рівнями ієрархії системи управління.

Сукупність СЦ ОДВ за ієрархічною структурою являє собою велику і складну систему із взаємозв'язками як між її складовими частинами, так і з зовнішнім середовищем. Вона формується як результат раціонального розподілу функцій між оперативним складом структурних підрозділів ОДВ, що виконують завдання на СЦ, встановлення зв'язків між ними, забезпечення їх програмно-технічними засобами та інформаційно-інтелектуальними технологіями управління.

Реалізація в АС СЦ всієї сукупності функцій управління повинна забезпечити єдність процесу керівництва на усіх ієрархічних рівнях та ефективне управління в секторі безпеки і оборони. Тому АС СЦ ОДВ СБО повинна забезпечувати дотримання наступних вимог:

– забезпечення обміну даними між територіально віддаленими клієнтами на рівні серверів застосувань по IP-мережі на основі спеціальних протоколів;

– забезпечення централізованої обробки даних і єдиного управління ресурсами на верхньому рівні у сполученні з розподіленою обробкою на нижньому рівні;

- модульної (блокової) структури, у якій складовими є функціональні модулі, що складаються з блоків;

- наявності інтегрованого інформаційного середовища (словників, класифікаторів, даних) для колективної роботи користувачів у єдиному інформаційному просторі;

- відкритості для включення нових технічних і програмних засобів за рахунок забезпечення підтримки в системі існуючих стандартів збору, обробки й передачі інформації;

- можливості паралельних обчислень і обробки транзакцій на багатьох автоматизованих робочих місцях (АРМ) одночасно та розподіленої обробки транзакцій;

- забезпечення надійності і високої продуктивності роботи системи;

- забезпечення масштабованості системи, тобто можливості нарощування її функціональності без пониження показників надійності і продуктивності.

Можна стверджувати, що за суттю АС СЦ СБО має бути сервіс-орієнтованою інтегрованою комп'ютерною системою, яка повинна відповідати таким вимогам гарантоздатності як безвідмовність, готовність, живучість, функціональна безпека, цілісність, конфіденційність, достовірність та обслуговуваність [13].

Інформаційна інтеграція підсистем та компонентів СЦ забезпечує єдину систему збору, обробки і видачі інформації про стан об'єктів управління СБО. Крім того, вона створює можливість обміну інформацією між підсистемами і компонентами системи. Такий підхід до об'єднання дозволяє створити єдине інформаційне середовище та розподілений банк даних.

Технічна інтеграція забезпечує об'єднання в одне ціле КЗА та окремих підсистем СЦ, за допомогою яких здійснюється ефективне функціонування мережі СЦ СБО. Комплекс технічних засобів являє собою багатомашинну ієрархічну сукупність телекомунікаційних мереж, серверів (кластерів), робочих станцій АРМ, набору периферійних приладів, засобів візуального відображення інформації тощо.

Програмна інтеграція підсистем та компонентів СЦ передбачає створення взаємопов'язаних комплексів інформаційно-розрахункових задач, математичних моделей, алгоритмів і програм, що створюються на єдиній методологічній основі.

При цьому розроблені оригінальні програми використовуються при розв'язанні аналогічних задач в різних функціональних підсистемах АС СЦ.

Зважаючи на сказане вище, до АС СЦ СБО висувається вимоги до сумісності, виконання яких повинен забезпечити типовий ПТК.

Інформаційна сумісність АС СЦ ОДВ СБО повинна забезпечуватися узгодженням складу, змісту і обсягу інформації, що циркулюватиме між взаємодіючими елементами і підсистемами, застосуванням уніфікованих форм документації, уніфікованих структур повідомлень обміну, процедур формування та оновлення баз даних, єдиної системи класифікації і кодування інформації, системи протоколів обміну.

Технічна сумісність АС СЦ ОДВ СБО досягається забезпеченням, в першу чергу, за допомогою сумісності засобів зв'язку і передачі даних, сумісності технічних засобів обчислювальної мережі та засобів відображення інформації.

Забезпеченню технічної сумісності засобів зв'язку і передачі даних, на думку авторів, може посприяти проведення таких заходів:

- створення єдиної автоматизованої системи зв'язку СБО з використанням як загальнодержавних магістральних, так і інших існуючих оптоволоконних каналів;

- створення системи зв'язку з використанням технології і сучасних засобів бездротової пакетної передачі даних, сучасних автоматичних засобів комутації і маршрутизації;

- впровадження засобів захищеного зв'язку відповідно до стандартів НАТО;

- впровадження єдиних протоколів обміну інформацією тощо.

Програмна сумісність АС СЦ ОДВ СБО досягається за допомогою єдиних системних вимог з розробки програмного забезпечення.

У складі кожної функціональної підсистеми АС СЦ ОДВ СБО повинно бути:

- сумісне прикладне ПЗ, що реалізує визначений перелік функцій;

- єдине системне ПЗ, яке забезпечує роботу прикладного програмного забезпечення.

Загальне ПЗ СЦ ОДВ СБО повинно бути побудоване з урахуванням архітектури обчислювальних засобів та забезпечувати:

- управління і контроль обчислювальних процесів і процесів передачі даних;

- опрацювання інформації, реалізацію функцій командно-сигнального тракту;

- об'єднання організаційно-програмних модулів у технологічні ланцюжки, управління завданнями і ресурсами, розпаралелювання обчислювальних процесів;

- функціонування локальних обчислювальних мереж;

- організацію систем телекомунікаційного зв'язку;
- єдиний метод доступу до інформації;
- реалізацію функцій з підтримки баз даних і баз знань;
- єдиний метод людино-машинного інтерфейсу;
- роботу з типовими графічними зображеннями;
- накопичення даних об'єктивного контролю;
- ведення статистики і звітів функціонування системи.

ПТК АС СЦ ОДВ СБО повинен забезпечувати роботу ряду автоматизованих систем, які розгортаються на серверах додатків або на АРМ користувачів та є доступними на різних рівнях управління (рис. 1).

На *стратегічному рівні* це — інформаційно-аналітичні системи, системи моніторингу поточної обстановки, системи прогнозування та моделювання, системи зв'язку, системи обміну інформацією, інші системи, необхідні для підтримки прийняття стратегічних (державницьких) рішень.

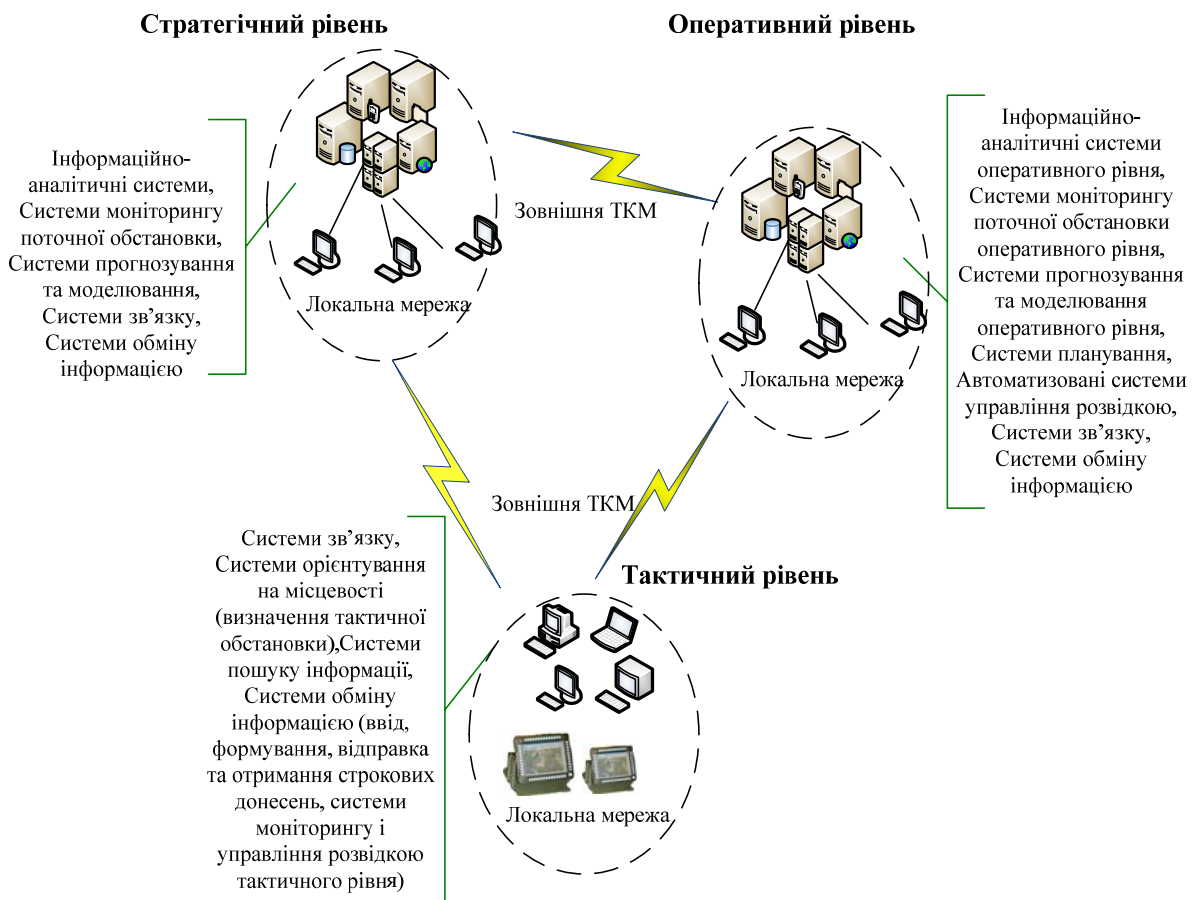


Рис. 1. Узагальнена архітектура ПТК АС СЦ ОДВ СБО

На *оперативному рівні* — це інформаційно-аналітичні системи оперативного рівня, системи моніторингу поточної обстановки оперативного рівня, системи прогнозування та моделювання оперативного рівня, системи планування, автоматизовані системи управління розвідкою, системи зв'язку, системи обміну інформацією тощо.

На *тактичному рівні* — це системи зв'язку, системи орієнтування на місцевості (визначення тактичної обстановки), системи пошуку інформації, системи обміну інформацією (ввід, формування, відправка та отримання строкових донесень), системи моніторингу і управління розвідкою тактичного рівня.

Як показано на рис. 1, на стратегічному та оперативному рівнях через наявність складних АС, є необхідність у використанні серверів (та серверних кластерів) для роботи з приймання, обробки та зберігання інформації, а також серверів додатків, тому ПТК цього рівня потрібно забезпечити відповідним серверним комплексом.

На тактичному рівні робота з технічними засобами, в основному, буде індивідуальною

(робота командирів підрозділів), тому на цьому рівні будуть переважати такі засоби обчислювальної техніки, як персональні термінали, планшети, ноутбуки, а також новітні комп'ютерні термінали.

У результаті проведених досліджень було запропоновано склад математичного, програмного та технічного забезпечення, що повинно входити до складу типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО. Результати наведені у табл. 1, 2 та 3.

Таблиця 1

Математичне забезпечення типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО

Вид математичного забезпечення	Математичне забезпечення
Математичні методи	Методи математичного та імітаційного моделювання, методи теорії прийняття рішень, методи системного аналізу, методи теорії дослідження операцій, методи стохастичного програмування, методи статистичного моделювання (теорія марковських процесів і метод статистичного моделювання Монте-Карло), методи теорії множин, методи теорії ймовірностей, методи теорії ігор, експертні методи та методи нечіткої логіки, метод «аналізу ієрархій» Т. Сааті, методи прогнозування, методи інтелектуального аналізу даних
Описи	Постановки, математичні моделі, потоки даних, процеси, рішення задач тощо
Алгоритми	Типові алгоритми моделювання ситуацій, проведення розрахунків, обробки інформації, документування та відображення результатів

Таблиця 2

Програмне забезпечення типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО

Вид програмного забезпечення	Програмне забезпечення	
Загальне (ЗПЗ)	ОС	Microsoft Windows, Android, Linux
	Діагностика	
	Архіватори	
	Антивіруси	
	Офісне ПЗ	Microsoft Office, Linux LibreOffice
	СКБД	Реляційні БД (Oracle DB, Microsoft SQL Server, MySQL, Microsoft Access, та ін.) Нереляційні БД (Oracle NoSQL DB, Berkeley DB та ін.)
	ГІС	ArcGIS ESRI
	ПЗ «тонкого клієнта»	Web-браузери
	ПЗ КСЗІ	Програмне забезпечення комплексної системи захисту інформації, засоби крипто-захисту
ЗПЗ зв'язку		
Спеціальне (СПЗ)	Сервери застосувань, АРМ, підсистеми, бібліотеки доступу, клієнтські застосунки, спеціальні утиліти інсталяції та тестування, СПЗ товстого та тонкого клієнта	
	Єдиний розподілений інтегрований банк даних, сховище даних, бази даних, бази знань, бази прецедентів, бази моделей, метабази, інформаційно-розрахункові задачі, системи підтримки прийняття рішень (СППР)	
	СПЗ ГІС — БД геодезичних даних (електронні карти, цифрові фотоплани та моделі місцевості тощо), модулі для роботи з геопросторовими даними	
	СПЗ зв'язку	
ЗПЗ та СПЗ технічної підтримки та адміністрування роботи ПТК у АС СЦ СБО		

Таблиця 3

Технічне забезпечення типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО

Вид технічного забезпечення	Технічне забезпечення
Серверний обчислювальний комплекс (основні та резервні сервери)	Серверне обладнання з багатоядерними процесорами. Серверні кластери (процесор Intel® Xeon® E5, загальна кількість ядер не менше 12, RAM не менше 64GB використаний у макеті БМК)
Робочі станції АРМ	(RAM не менше 8 GB використано у макеті БМК)
Термінали та ПК	Ноутбуки, особисті термінали, що оснащуються носимою, переносною та возимою апаратурою (для рухомих СЦ), тактичні термінали, комп'ютерні термінали, що працюють за безсерверною технологією, планшети

Закінчення табл. 3

Вид ТЗ		Технічне забезпечення (МЗ)
Засоби колективного відображення інформації		Екрани, відеостіни, інтерактивні дисплеї, широкоформатні дисплеї, сенсорні панелі, контролери, проєктори
Засоби відеоконференцз'язку		Відеокамери, відео-сервера, аудіо- та комутаційне обладнання
Система звукооснащення		Конференцсистеми, акустичні системи, мікрофони, пульти, підсилювачі, селекторні системи
Допоміжне обладнання		Засоби друку, вводу та відтворення зображень, інтерактивні дошки
Телекомунікаційна мережа	Обладнання	Мережеві адаптери, комутатори, маршрутизатори, канали та апаратура зв'язку, стандартизована кабельна система, сервера, радіостанції, ретранслятори, шлюзи тощо
	Протоколи	TCP/IP, WEB, FTP, HTTP, UDP, RS232, JSON–RPC тощо
Джерела безперебійного живлення (стандартні уніфіковані)		
Технічні засоби резервного збереження даних		
Технічні засоби комплексної системи захисту збереження та передачі інформації (КСЗІ)		
Технічні засоби для технічної підтримки роботи ПТК у мережі СЦ		

Важливою особливістю телекомунікаційної мережі (ТКМ) АС СЦ ОДВ СБО є її використання для передачі як інформації з вільним доступом, так і конфіденційної інформації (даних і аудіовізуальної інформації з різними ступенями обмеження доступу) та забезпечення її захисту за допомогою криптографічних і технічних методів та засобів при виникненні надзвичайних ситуацій в мирний час а також в особливий період. Крім цього, ТКМ АС СЦ повинна знаходитись у робочому стані завжди, при будь-яких обставинах, що передбачає наявність резервного обладнання та автоматичне переключення між основними і резервними каналами.

Також, у рішенні Ради національної безпеки і оборони України від 4 червня 2021 року «Щодо удосконалення мережі ситуаційних центрів та цифрової трансформації сфери національної безпеки і оборони» зазначено, що доцільно мати «можливість розгортання резервних ситуаційних центрів у запасних (міських, позаміських) пунктах управління, а також рухомих ситуаційних центрів для забезпечення стійкості та живучості системи управління державою...» [2].

Засіб імітаційного моделювання ПТК АС СЦ ОДВ СБО — базовий моделюючий комплекс (БМК)

Загально відомо, що для вироблення та прийняття обґрунтованих рішень по будь-яких питаннях універсальним і надійним інструментом є апарат математичного моделювання. Тому побудова та використання імітаційно-моделюючих комплексів при створенні АС є затребуваним та популярним засобом у наш час.

Моделюючі комплекси розробляються як для перевірки побудови АС, так і для навчання та підготовки особового складу підрозділів-ліквідаторів надзвичайних ситуацій у якості

тренажерів. Основні можливості імітаційно-моделюючих комплексів визначаються властивостями математичних моделей, які в них застосовуються та грають системоутворюючу роль.

З метою відпрацювання та перевірки попередніх науково-технічних рішень щодо створення типового ПТК автоматизованої системи СЦ ОДВ СБО був створений багаторівневий рознесений базовий моделюючий комплекс (БМК) на прикладі роботи пунктів управління (ПУ) Збройних Сил України (ЗСУ). Рішення, які відпрацьовуються на цьому комплексі, можуть бути використані в майбутньому при проектуванні і створенні СЦ для кожного ОДВ СБО при об'єднанні їх в єдину систему ситуаційних центрів та забезпеченні їх взаємодії.

В основу синтезу БМК покладено методологічний підхід із застосуванням алгоритмічних моделей, які описують процеси функціонування і організаційного управління у предметній області централізованої ієрархічної структури ЗСУ. Вони базуються на інформаційно-логічних моделях, відповідно до технологій системно-структурного і операційно-ситуаційного моделювання та загальних принципів системного підходу, який лежить в основі теорії систем [14].

Системний підхід до формування моделі БМК СЦ базується на первинному дослідженні мережі СЦ СБО та виділенні елементів, внутрішніх і зовнішніх зв'язків, що істотно впливають на досліджувані об'єкти і їх функціонування в різних умовах та середовищах. Він починається з вивчення і деталізації її складових — розбиття системи на функціональні підсистеми, які теж можуть ділитися. Процес ділення здійснюється до виявлення конкретних функцій і процедур кожного із СЦ.

При цьому досліджувана система СЦ зберігає цілісність. Таким чином, розробка моделі СЦ ведеться зверху вниз, послідовно наближаючись до кінцевого результату.

Системний підхід передбачає побудову моделей. Моделі БМК СЦ СБО мають ієрархічну структуру, що відображає різні особливості поведінки такого складного об'єкту, як модель процесів управління ЗСУ. При застосуванні системного підходу враховуються всі чинники, що впливають на проектування та створення СЦ. Важливим для системного підходу є визначення структури системи СЦ як сукупності складових елементів та зв'язків, що відображають їх взаємодію. Мається на увазі організація вертикальних та горизонтальних зв'язків державного управління з реагування на ситуації.

Рішення стосовно організації вертикальних інформаційних зв'язків полягають в охопленні автоматизованим управлінням одночасно усіх рівнів системи державного управління. Це досягається шляхом ієрархічно побудованої АС мережі СЦ на основі уніфікованих типових програмно-технічних комплексів у складі КЗА СЦ на різних ієрархічних рівнях системи державного управління в СБО — стратегічному, оперативному та тактичному.

Базовий моделюючий комплекс, який створений в Інституті проблем математичних машин і систем НАН України, є типовим та уніфікованим за своїм складом, базовим для автоматизації загальних функцій та специфічним для діяльності СЦ різних органів державної влади сектору безпеки і оборони України.

У структурі БМК передбачено комплексне автоматизоване виконання розрахунків і логічних операцій більшості функцій ситуаційних центрів, інформацію для них збирають, обробляють, зберігають та надають програмними засобами. Методика і техніка виконання цих процесів визначені системою машинної обробки інформації. На практиці було перевірено взаємодію БМК з АСУВ «Славутич», розробленої у Національному університеті оборони України імені Івана Черняхівського та отримані хороші результати [15].

Основними можливостями базового моделюючого комплексу є:

- моніторинг стану контрольованих об'єктів ЗСУ;
- прогнозування можливості виникнення надзвичайної ситуації на контрольованих об'єктах;
- прийняття ефективних управлінських рішень щодо недопущення виникнення надзвичайної ситуації чи її ліквідації;

– здійснення інформаційного обміну як всередині СЦ, так і між територіально рознесеними СЦ СБО;

– відпрацювання в автоматизованому режимі оперативних документів;

– виконання заходів з топогеодезичного і навігаційного забезпечення;

– ведення і відображення обстановки та прийнятих рішень на електронній карті місцевості;

– забезпечення службових осіб органів управління довідковою інформацією та надання вихідних даних для інформаційно-розрахункових задач (ІРЗ);

– інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень.

Склад комплексу автоматизації БМК мережі СЦ СБО є типовим і включає такі функціональні і забезпечуючі підсистеми (рис. 2):

1) Підсистема обміну інформацією (ПОІ).

Підсистема призначена для передачі та прийому в автоматизованому режимі електронних повідомлень як між адресатами одного СЦ, так і між територіально рознесеними СЦ відповідно до категорій терміновості та прав доступу до них службових осіб, а також реєстрацію та ведення журналів таких повідомлень.

2) Підсистема організації роботи посадових осіб (ОРПО).

Підсистема дозволяє створення плану заходів СЦ з можливістю деталізації його до конкретного підрозділу або службової особи, автоматичне доведення його до виконавців та контроль виконання з урахуванням розмежування прав доступу до даних.

3) Геоінформаційна підсистема (ГІС).

Підсистема виконує реєстрацію та забезпечує користувачів та інформаційно-розрахункові задачі і моделі електронними картами (ЕК) та геоданими.

4) Підсистема ведення та відображення обстановки та прийнятих рішень (ПВО).

Підсистема призначена для формування бібліотек умовних знаків (УЗ), нанесення УЗ обстановки на ЕК місцевості, ведення робочої карти, формування та ведення карти операції в часі, близькому до реального, передачі, отримання та відображення даних обстановки та прийнятих рішень, її збереження, архівування, передачі та друку на паперових носіях.

5) Інформаційно-аналітична підсистема (ІАП).

Підсистема призначена для інформаційно-аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень в СБО, прогнозування та моделювання розвитку загрозливих ситуацій та може включати

велику кількість взаємопов'язаних моделей та інформаційно-розрахункових задач залежно від потреб користувачів в проведенні розрахунків

6) Інформаційно-довідкова підсистема (ІДП).

Підсистема призначена для формування інформаційного ресурсу, який забезпечує службових осіб СЦ необхідною довідковою інформацією, а інформаційно-розрахункові задачі та моделі — постійними вхідними даними.

7) Підсистема електронного документообігу (ЕДО).

Підсистема призначена для автоматизації діловодної діяльності службових осіб СЦ за рахунок створення, обліку та контролю виконання оперативних електронних документів (ЕД), що дає змогу формування єдиного інфор-

маційного простору для потоків документування та їх оптимізації, створення уніфікованої технології роботи з ЕД, забезпечення інформаційної прозорості, що в підсумку призводить до ефективної взаємодії службових осіб в мережі СЦ та зменшення обсягу їх рутинної роботи з документами.

8) Підсистема моніторингу поточної обстановки (МПО).

9) Підсистема відеоконференц-зв'язку (ВКЗ).

Забезпечуючі підсистеми:

10) телекомунікаційна мережа (ТКМ);

11) підсистема управління функціонуванням та адміністрування (ПУФ);

12) комплексна система захисту інформації (КСЗІ).

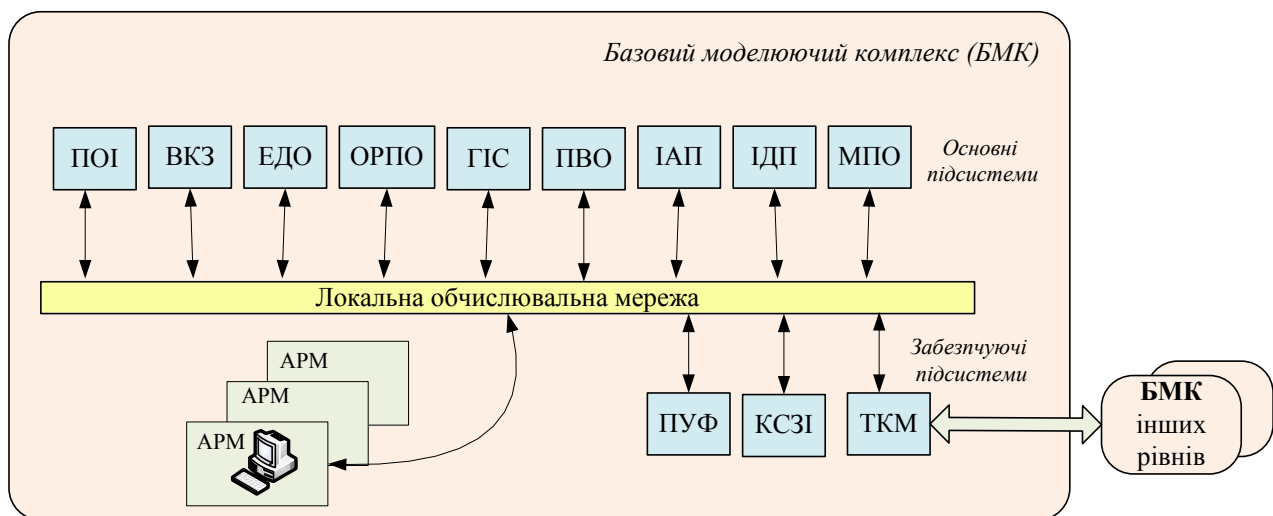


Рис. 2. Склад підсистем базового моделюючого комплексу

Наведений склад підсистем БМК не є вичерпним, але надає достатню базову основу для автоматизації основних завдань СЦ ОДВ СБО з моніторингу стану об'єкта управління, прогнозування розвитку та моделювання наслідків надзвичайних та кризових ситуацій, а також експертної оцінки і оптимізації управлінських рішень.

У структурному відношенні БМК АС СЦ в цілому представляє собою єдину розподілену інформаційно-телекомунікаційну мережу, складовими якої є типові ПТК об'єктів автоматизації СЦ різних видів та рівнів ієрархії, що побудована за принципами мережної відкритої сервіс-орієнтованої архітектури з реалізацією необхідних для роботи налаштувань без змін програмного забезпечення.

Для перевірки попередніх технічних рішень і тестування спеціального програмного забезпечення, яке входить до складу ПТК, створено макет БМК.

Робота макета БМК АС СЦ СБО здійснюється на прикладі роботи органів державного та військового управління під час підготовки і ведення операцій з реагування на надзвичайні ситуації.

На макеті на прикладі ієрархічної структури імітується робота ОВУ ЗСУ стратегічного рівня, ОВУ силами оперативного рівня та органу управління тактичного підрозділу.

Макет використовується для демонстрації роботи АС СЦ СБО при прийнятті рішень з управління реагування на надзвичайні ситуації, роботи АС СЦ СБО при прийнятті рішень з захисту критичної інфраструктури та роботи АС СЦ СБО при управління силами розвідки оперативного рівня тощо.

Макет розгорнутий у Інституті проблем математичних машин і систем НАН України (ІПММС НАНУ).

Висновки

У статті проведено дослідження проблеми створення програмно-технічного комплексу автоматизованої системи ситуаційних центрів органів державної влади сектору безпеки і оборони (ПТК АС СЦ ОДВ СБО). Проаналізовано основні особливості об'єкта автоматизації та вимоги, яким повинна відповідати АС СЦ. Наведені ієрархічні рівні управління та основні типи АС СЦ, які на них розгортаються.

Проаналізовано та запропоновано основні складові типового ПТК АС СЦ СБО — складові математичного, програмного та технічного забезпечень.

Обґрунтовано створення базового моделюючого комплексу (БМК) як засобу імітаційного моделювання для відпрацювання і перевірки основних функцій типового ПТК АС СЦ та наведені основні функції та підсистеми БМК.

Результати роботи можуть бути використані при створенні автоматизованої системи СЦ ОДВ СБО.

Перспектива подальших досліджень

У перспективі бажано дослідити застосування інноваційних технологій для створення типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Interfax-Україна. Інформаційне агентство. Подія 18.06.2021. URI: <https://ua.interfax.com.ua/news/general/751001.html> (дата звернення 20.10.2021).
- [2] Рада національної безпеки і оборони. «Щодо удосконалення мережі ситуаційних центрів та цифрової трансформації сфери національної безпеки і оборони». Рішення від 4 червня 2021 року. Введено в дію Указом Президента України від 19 червня 2021 року № 260/2021. URI: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0039525-21#n2> (дата звернення 20.10.2021).
- [3] ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення. [Чинний від 01.07.1994] Вид. офіц. Київ: Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, 1994. 92 с.
- [4] Ситуаційні центри. Теорія і практика / за ред. А. О. Морозова, Г. Є. Кузьменко, В. А. Литвинова. Київ: СП «Інтертехнодрук», 2009. 348 с.
- [5] Морозов А. А. Ситуационные центры. Понятия и определения. *Математичні машини і системи*. 2016. № 1. С. 48–54.
- [6] Цмоць І. Г., Стрямець С. П., Зербіно Д. Д. Багаторівнева система управління технологічними процесами. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2016. № 4. С. 139–145.
- [7] Теслюк Т., Цмоць І., Опомяк Ю., Теслюк В. Архітектура багаторівневої системи управління енергоефективністю регіону. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології*. 2017. № 864. С. 201–209.
- [8] Advanced Command Center Design. An Executive Primer. An SDI White Paper. 2015. URL: <https://www.sdipresence.com/wp-content/uploads/2015/04/Command-Ctr-White-Paper-2015.pdf> (eng) (дата звернення 23.10.2021).
- [9] Tactical Cloud-Based Mission Services in a Military Environment. Uniper Networks Inc. 2015. White Paper. URL: <https://www.juniper.net/content/dam/www/assets/white-papers/us/en/tactical-cloud-based-mission-services-in-a-military-environment.pdf> (eng) (дата звернення 02.09.2021).
- [10] Піскунов О. Г., Юрчук І. А. Нанесення фотоматеріалів літального апарату на растрові карти відкритих картографічних сервісів. *Наукоємні технології*. 2017. № 4 (36). С. 296–301. doi: 10.18372/2310-5461.36.12226.
- [11] Тмаргазін О. А., Ліннік І. Спеціальне математичне забезпечення управління технологічними процесами в аеропорту. *Наукоємні технології*. 2018. № 1 (37). С. 44–48 doi: 10.18372/2310-5461.37.12368.
- [12] Тмаргазін О. А., Ліннік І. І. Концепція програмного забезпечення для індивідуальних комунікаційних пристроїв у єдиному інформаційному полі забезпечення технологічних процесів в аеропорту. *Наукоємні технології*. 2019. № 2 (42). С. 157–163 doi:10.18372/2310-5461.42.13746.
- [13] Харченко В. С. Гарантоспособность и гарантоспособные системы: элементы методологии. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2006. № 5. С. 7–19.
- [14] Анфилатов В. С. и др. Системный анализ в управлении: учеб. пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин; под ред. А. А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2003. 368 с.
- [15] Навчальна автоматизована система управління військами «Славутич»: у 2 ч. ч. 1: Призначення, можливості, основи побудови і застосування основних функціональних підсистем: навч. посіб./ за заг. ред. С.М. Салкуцана. К.: НУОУ ім. І. Черняхівського, 2017. 208 с.

Гречанінов В. Ф., Оксанич І. М., Лопушанський А. В.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Стаття присвячена вирішенню проблеми створення програмно-технічного комплексу (ПТК) автоматизованої системи ситуаційних центрів органів державної влади сектору безпеки і оборони (АС СЦ ОДВ СБО). **Актуальність.** Проблема створення для ОДВ СБО інтелектуальних СЦ в наш час є надзвичайно актуальною, адже СБО несе відповідальність за національну безпеку держави в цілому і окремо кожного громадянина. **Постановка проблеми.** У роботі розглядається система СЦ СБО для силових структур як багаторівнева, яка має три рівні управління – стратегічний (державний), оперативний та тактичний. Оскільки з технічної точки зору СЦ являє собою програмно-апаратний комплекс, призначений для персональної та колективної аналітичної роботи керівників (командирів), то дослідження проблеми створення типового ПТК є необхідною складовою досліджень, присвячених автоматизації цих структур.

Мета — дослідження основних вимог до типового ПТК та його складу, який повинен забезпечувати функціонування АС СЦ ОДВ СБО на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях управління у силових структурах. **Результати.** У роботі проаналізовано особливості та наведено вимоги, які висуваються до АС СЦ СБО. Розглядається просторова, організаційна, інформаційна, технічна та програмна інтеграція компонентів АС СЦ. Наведено вимоги до інформаційної, технічної та програмної сумісності компонентів АС СЦ. Наведено перелік типів АС, які розгортаються на різних рівнях управління. Показана узагальнена архітектура системи СЦ СБО, запропоновано склад математичного, технічного та програмного забезпечення, яке повинне входити до складу типового ПТК АС СЦ ОДВ СБО. Описано базовий моделюючий комплекс (БМК) як засіб імітаційного моделювання типового ПТК АС СЦ СБО, модель якого сформована з використанням системного підходу. Наводяться основні можливості та короткий опис підсистем БМК. Зазначено, що для демонстрації роботи БМК створено макет, який розгорнутий у Інституті проблем математичних машин і систем НАН України. На макеті на прикладі ієрархічної структури ЗСУ імітується робота органів військового управління стратегічного, оперативного та тактичного рівнів.

Висновки. Результати проведених досліджень можуть бути використані при створення автоматизованої системи СЦ органів державної влади сектору безпеки та оборони.

Ключові слова: системи ситуаційних центрів; імітаційні моделюючі комплекси; програмно-технічні комплекси ситуаційних центрів; багаторівневі системи.

Grechaninov V., Oksanich I., Lopushansky A.

SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF MULTILEVEL SYSTEM OF SITUATIONAL CENTERS OF THE SECURITY AND DEFENSE SECTOR

The article is devoted to solving the problem of creating a software and hardware complex (SHC) of an automated system of situational centers of state authorities of the security and defense sector (AS SC SA SDS). **Relevance.** The problem of creating intellectual SC for the SA SDS is nowadays extremely urgent, because the SDS is responsible for the national security of the state as a whole and separately for each citizen. **Formulation of the problem.** The work examines the system of the SC SDS for security forces as a multi-level one, which has three levels of management - strategic (state), operational and tactical. Since, from a technical point of view, the SC is a software and hardware complex designed for personal and collective analytical work of managers (commanders), the study of the problem of creating a standard software and hardware complex is a necessary component of research devoted to the automation of these structures. The aim of the work is to study the basic requirements for a typical SHC and its composition, which should ensure the functioning of the AS of the SC SA SDS at the strategic, operational and tactical levels of control in the security forces. **Results.** The paper analyzes the features and provides the requirements for the AS SC SA SDS. The spatial, organizational, informational, technical and software integration of the AC system components is considered. The requirements for informational, technical and software compatibility of the AC SC components are given. There is a list of types of AS that are deployed at different levels of management. The generalized architecture of the SC SDS system is shown, the composition of mathematical, hardware and software is proposed, which should be part of the standard hardware and software complex of the AS SC SA SDS. The basic modeling complex (BMC) is described as a means of simulation modeling of a typical software and hardware complex of the AS SC SDS, the model of which is formed using a systematic approach. The main capabilities and a brief description of the BMC subsystems are given. It is noted that to demonstrate the work of the BMC, a model has been created, which is deployed at the Institute of Mathematical Machines and Systems Problems of the NAS of Ukraine. On the model, using the example of the hierarchical structure of the Armed Forces of Ukraine, the work of the military command and control bodies of the strategic, operational and tactical levels is imitated. **Conclusions.** The results of the research can be used to create an automated system for the SC of state authorities in the security and defense sector.

Keywords: system of situational centers; simulation modeling complexes; software and hardware complexes of situational centers; multilevel systems.

Стаття надійшла до редакції 27.10.2021 р.

Прийнято до друку 09.12.2021 р.