

УДК 621.396

В.В. Сальник, С.В. Сальник, К.В. Лукіна, В.П. Олексенко

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ*

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЗВ'ЯЗКОМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*В статті проведено аналіз сучасних систем управління зв'язком військового призначення, з'ясовано переваги та недоліки сучасних систем управління зв'язком військового призначення, проведено їх класифікацію. Проведено аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень, встановлено множини їх переваг, недоліків, визначено вимоги до систем підтримки прийняття рішень в автоматизованих системах управління військами зв'язку та множини критеріїв оцінки якості сучасних систем підтримки прийняття рішень. Проведено аналіз функціонування сучасних систем підтримки прийняття рішень, в ході чого проведено їх класифікацію. Запропоновано кроки удосконалення методів підтримки прийняття рішень, у разі їх використання в мережах військового призначення для вирішення завдань управління мережевими ресурсами та побудови оптимальних маршрутів у мережі.*

**Ключові слова:** СППР, інформаційна система, управлінське рішення.

### Вступ

Створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) в автоматизованих системах управління зв'язком (АСУЗ) необхідно для ефективного управління мережею військового призначення (МВП), планування, оперативного управління, контролю та обліку даних. Інтелектуальна СППР направлена на виконання завдань відновлення МВП за умов скорочення часу та ресурсів, які витрачаються в процесі функціонування [1].

Основними завданнями АСУЗ з підтримки та прийняття рішень в МВП є: управління вузлами мережі військового призначення; забезпечення планування; застосування і відновлення системи зв'язку та управління; виконання вимог до стійкості, безперервності, оперативності та скритності системи управління (СУ).

**Метою статті** є проведення аналізу систем підтримки прийняття рішень в системах управління вузлами в мережах військового призначення.

### Виклад основного матеріалу

МВП відноситься до складних систем, які в своєму складі мають велику кількість підсистем різного функціонального призначення, такі як управління телекомунікаційними мережами, обробка помилок, управління безпекою тощо. Такого роду підсистеми потребують якісного управління, яке на різних ланках управління може бути реалізовано автоматизованим або автоматичним способами. Система управління МВП застосовується з метою запобігання шкідливих впливів, таких як: переповнення черг; збільшення навантаження пропускної спроможності та навантаження на вузол; побудова неоптимальних маршрутів передачі даних; погіршення якості обслуговування вузлів тощо.

Системи управління МВП за способом побудови поділяють на стаціонарні та мобільні, а за своєю організаційною побудовою вони є ієрархічні і складаються з стратегічного, оперативного та тактичного рівнів, які будуються на основі транспортних мереж, що включають в себе: волоконно-оптичні, супутникові, тропосферний канали; телекомунікаційні мережі спеціального призначення; радіорелейний зв'язок та мережі доступу.

До складу ієрархії об'єктів управління мережі входять: головний центр управління; центр управління транспортними мережами; центри управління мережами видів та оперативних командувань; центри управління підрозділами; канали зв'язку; засоби зв'язку [2–3].

У зв'язку з цим система управління МВП повинна враховувати можливість застосування в середовищі з динамічною топологією, нечіткою мережевою активністю, за відсутності базових станцій та інше. За умови виникнення необхідності зменшення розрахункової складності системи та забезпечення інформаційного обміну з заданою якістю, яка складається з ієрархічно пов'язаних органів та об'єктів управління, доцільно застосовувати СУ в МВП. Побудова ефективної системи управління МВП надасть можливість зменшити розрахункову складність системи та залежність від параметрів мережі такі як: кількість та тип вузлів; технічні характеристики обладнання; спосіб комутації та методи доступу до каналу зв'язку; інтенсивність надходження повідомлень, тощо. З метою проведення оцінки ефективності функціонування системи управління МВП, необхідно проаналізувати сукупність параметрів та характеристик, що описують параметри МВП у зовнішньому середовищі (табл. 1).

З метою управління мережевими ресурсами та для побудови оптимальних маршрутів до системи оперативного управління МВП пред'являються наступні вимоги [4–5]:

- забезпечення засекреченої передачі трафіка з заданою якістю;
- максимальна автоматизація процесів управління;

- забезпечення адаптивного функціонування мережі з можливістю її самоорганізації;
- прийняття рішень в реальному масштабі часу;
- оптимізація характеристик мережі;
- мінімальне завантаження мережі службовою інформацією.

Таблиця 1

Розподіл параметрів МВП у зовнішньому середовищі

Параметри МВП	Параметри зовнішнього середовища
Структурні	Кількість вузлів, що входять до складу мережі, і їх взаємозв'язок
	Типи вузлів, склад і кількість устаткування
	Технічні дані пристроїв
Функціональні	Спосіб комутації
	Метод доступу до каналу зв'язку
	Алгоритм вибору маршруту передачі даних в мережі
	Розподіл прикладних задач по вузлах мережі
	Режим функціонування
	Послідовність виконання прикладних завдань
Навантажувальні	Пріоритети задач
	Число типів потоків даних
	Інтенсивність надходження повідомлень
	Довжина подається мережею блоків даних
	Число типів прикладних задач
	Ресурсомісткість кожних завдань

На основі проведеного аналізу сучасних автоматизованих систем управління зв'язком з урахуванням особливостей їх функціонування в МВП та вищезазначених вимог, що висуваються до них у даній статті, запропоновано застосовувати удосконалену систему управління (рис. 1).

На сьогоднішній день в СУ мереж зв'язку застосовуються СППР, які орієнтовані на забезпечення процесу управління, збір необхідної інформації за певний проміжок часу, інтелектуальне забезпе-

чення процесу прийняття рішень та можливість підтримки рішення.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) – інтерактивна комп'ютерна автоматизована система, що призначена для допомоги та підтримки різних видів діяльності людини при прийнятті рішень стосовно розв'язання структурованих або неструктурованих проблем. Застосування СППР забезпечує виконання ґрунтовного та об'єктивного аналізу предметної області при прийнятті рішень в складних умовах [1; 6].

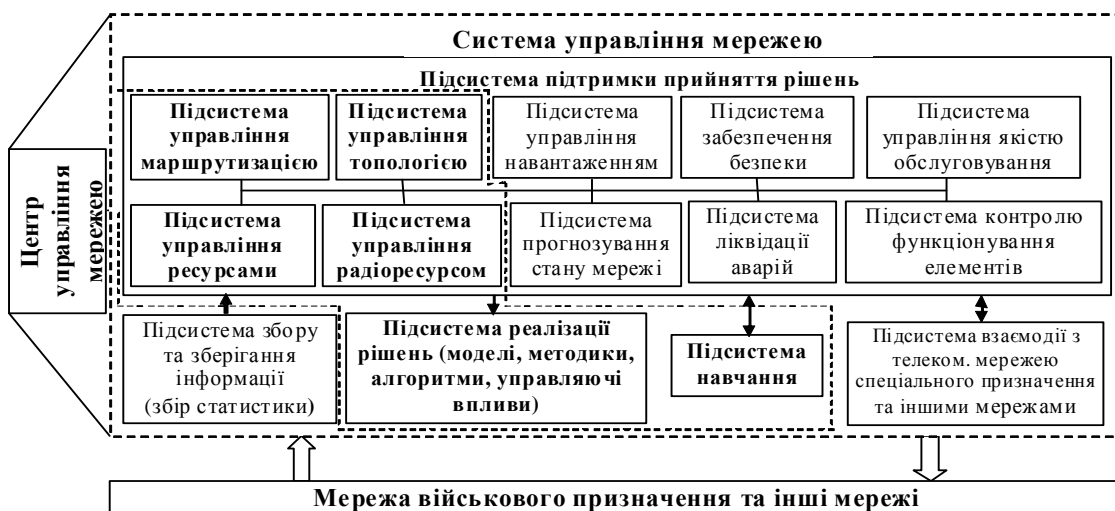


Рис. 1. Функціональна модель системи управління

Система підтримки та прийняття рішень вирішує наступні завдання: вибір найкращого рішення з безлічі можливих (оптимізація); впорядкування можливих рішень по перевагам (ранжування).

СППР в МВП складається з наступних підсистем: управління маршрутизацією; управління топологією; управління навантаженням; управління якістю обслуговування; управління ресурсами; управління радіоресурсом; забезпечення безпеки; прогнозування стану мережі; ліквідації аварій; контролю функціонування елементів; збору та зберігання інформації; реалізації рішень (моделі, методики, алгоритми, управляючі впливи); взаємодії з телекомунікаційними мережами спеціального призначення та іншими мережами.

Одним з головних питань розробки СППР є вибір математичних моделей і методів прийняття рішень, що складають основу її функціонування. Всі процеси функціонування підрозділу, від проектування до прийняття рішень, тісно взаємозалежні і потребують чіткого централізованого управління. Якість інформаційного забезпечення управління – один з важливих факторів, що визначає дієвість прийнятих управлінських рішень. Відсутність злагодженої системи інформаційного забезпечення управління призводить до імовірнісної похибки прийнятих управлінських рішень, дублювання в зборі інформації, втрат потрібної інформації і, як наслідок, до невисокої ефективності управління.

Для побудови ефективної СППР використовують наступні інструменти: метод аналізу ієрархій; нейронні мережі; теорія нечітких множин; інформаційний пошук; інтелектуальний аналіз даних; пошук знань в базах даних; імітаційне моделювання; когнітивне моделювання та ін.

Методи СППР повинні забезпечувати потреби процесу прийняття рішень в СУ, адаптуватися до умов функціонування СУ та відображати стиль роботи, мислення тощо, що в цілому може вказувати про інтелектуалізацію СППР.

Проведений аналіз показав, що СППР класифікується:

- за способом підтримки: модельно-орієнтовані СППР, засновані на комунікаціях, що займаються спільною справою, орієнтовані на дані;

- за взаємодією з користувачем: пасивні допомагають в процесі прийняття рішень, активні безпосередньо беруть участь в розробці правильного рі-

шення, кооперативні припускають взаємодію СППР з користувачем;

- за сферою використання: загальносистемні, настільні СППР;

- за етапами управління: планування, розгортання, оперативного управління;

- за функціями управління: спеціальні, універсальні, управління топологією, управління якістю QoS, управління маршрутизацією, управління навантаженням, управління безпекою, управління радіоресурсом, управління трафіком, управління абонентами;

- за способом реалізації: організаційні, технологічні, організаційно-технологічні;

- за типом: централізовані, децентралізовані, змішані;

- за охопленням: управління всією мережею, управління зоною мережі, управління рівнями мережі, управління передачею між абонентами мережі;

- за видом постановки та математичним апаратом: розподіл ресурсів, маршрутні задачі, задачі масового обслуговування, задачі динамічного програмування, задачі прогнозування, тощо [1; 6].

До недоліків СППР у МВП відносяться: обмежені можливості оптимізації і ранжирування значень груп показників, складна математична складність побудови методів СППР, неврахування можливості застосування СППР у середовищі з нечіткою мережевою активністю та швидкою зміною динамічної топології.

З метою застосування СППР у МВП доцільно висунути відповідні вимоги, які врахують характеристичні особливості систем управління військового призначення, а саме: підвищення ефективності функціонування СППР; проведення навчання системи; підвищення контроль системи зв'язку та автоматизованої системи управління, надання можливості оптимізації і ранжирування значень груп показників, спрощення математичної побудови методів СППР, забезпечення функціонування СППР в середовищі з нечіткою мережевою активністю та швидкою зміною динамічної топології.

З метою оцінки якості функціонування СППР та для оцінки СППР в рішенні задач управління мережевими ресурсами та управління оптимальними маршрутами мереж, необхідно провести огляд критеріїв оцінки якості сучасної СППР (табл. 2) за критеріями, які приймають значення в інтервалі [0,1].

Таблиця 2

Критерії оцінки якості сучасної СППР

Критерій	Назва критерію	Значення інтервалу критерій
1	2	3
A <sub>1</sub>	Об'єкт управління СППР	0 – модель; 0,25 – дані; 0,5 – повідомлення; 0,75 – документи; 1 – знання.
A <sub>2</sub>	Швидкість обробки вихідних даних	0 – низький; 0,5 – середній; 1 – високий.
A <sub>3</sub>	Оперативність генерації управлінських рішень	0 – не існує; 1 – існує.

1	2	3
A <sub>4</sub>	Наочність	0 – опосередкована; 0,5 – експериментальна; 1 – графічна.
A <sub>5</sub>	Модульність	0 – одномодульні; 0,5 – багатомодульні з залежними модулями; 1 – багатомодульні з незалежними модулями.
A <sub>6</sub>	Можливість внесення доповнень і змін	0 – відсутня; 1 – присутній.
A <sub>7</sub>	Трудомісткість механізму логічного введення	0 – висока; 1 – низька.
A <sub>8</sub>	Автоматизація процесу прийняття рішень	0 – частково автоматизовані; 0,5 – без автоматизації; 1 – повністю автоматизовані.
A <sub>9</sub>	Спосіб взаємодії з користувачем	0 – пасивний; 0,5 – кооперативний; 1 – активний.
A <sub>10</sub>	Технічна реалізація	0 – настільні; 1 – загальні СППР.
A <sub>11</sub>	Архітектура СППР	0 – функціональна; 0,3 – з використанням незалежних вітрин даних; 0,6 – на основі дворівневого сховища даних; 1 – на основі трирівневого сховища даних.

Виходячи з вказаного, формуємо вектор критеріїв СППР:  $A^* = \{A_1^*, A_2^*, \dots, A_{11}^*\}$ , де

$\{A_1^*, A_2^*, \dots, A_{11}^*\}$  – {об'єкт управління – знання;

швидкість обробки – висока; оперативна генерація рішень; подання звітів і висновків; висока модульність з незалежними модулями; можливість внесення змін; низька трудомісткість логічного введення; автоматизація; активний тип}.

Враховуючи необхідність управління вузлами в режимі реального часу, оптимізацію та автоматизацію роботи адміністратора, формується вектор еталонної СППР [7]. Для аналізу і-ї СППР формується вектор критеріїв. Порівнюючи отримані вектори критеріїв для кожної розглянутої СППР і бажаний вектор їх критеріїв, визначається відстань між ними. Найбільш відповідною мірою відстані, в даному випадку, що розглядається, є Хеммінгова відстань, яка обчислюється за формулою:

$$P = \sum_{j=1}^N (|A_j^* - A_j^i|), \quad (1)$$

де P – відстань між об'єктами A\* і A<sup>i</sup>; N – кількість критеріїв; j – номер критеріїв; A<sub>j</sub><sup>\*</sup> – значення j-го критерію в ідеальному векторі; A<sub>j</sub><sup>i</sup> – значення j-го критерію в i-му користувальницькому векторі.

Чим менше відстань між вектором A\* і A<sup>i</sup>, тим вище якість розглянутої СППР і тим більше вона підходить для вирішення завдань.

У табл. 3 зазначені результати аналізу існуючих програмних засобів СППР.

Розглянемо існуючі використовувані програмні комплекси для підтримки прийняття рішень – STATISTICA [9], Microsoft Dynamic [10], Prognoz [11], PolyAnalyst [12].

Таблиця 3

Аналіз існуючих програмних засобів СППР

Критерії	СППР				
	STATISTICA	Microsoft Dynamic	Prognoz	Poly Analyst	Еталонна СППР
Об'єкт управління СППР	Знання	Знання	Повідомлення	Дані	Знання
Швидкість обробки вихідних даних	Високий	Високий	Середній	Середній	Високий
Оперативність генерації управлінських рішень	Існує	Існує	Існує	Не існує	Існує
Наочність	Графічна	Графічна	Графічна	Графічна	Графічна
Модульність	Багатомодульні з незалежними модулями				
Можливість внесення доповнень і змін	Присутній	Присутній	Відсутня	Відсутня	Присутній
Трудомісткість механізму логічного введення	Низька				
Автоматизація процесу прийняття рішень	Без автоматизації	Без автоматизації	Без автоматизації	Без автоматизації	Автоматизовані
Спосіб взаємодії з користувачем	Активний	Кооперативний	Кооперативний	Кооперативний	Активний

Архітектура побудови	Загальна СППР				
Технічна реалізація	Дворівневе сховище даних	Дворівневе сховище даних	Незалежні вітрини даних	Незалежні вітрини даних	Трирівневі сховища даних

Проведений аналіз існуючих програмних засобів СППР показав що, заданим вимогам найбільш відповідає програмний комплекс STATISTICA. В основі STATISTICA закладені методи та алгоритми прийняття рішень, які можуть бути використані для побудови СППР [8].

З метою визначення методів підтримки прийняття рішень які можуть бути адаптовані до МВП з

динамічною топологією, та для обробки нечітких даних проведемо аналіз сучасних методів підтримки прийняття рішень (табл. 4).

Розглянемо існуючі методи підтримки прийняття рішень – А.В. Лемешко [13], І.В. Грищенко [14], Г.А. Кучук [15], А.Ю. Гребешков [16], А. Sharma [17], Ю.І. Лосев [18].

Таблиця 4

Метод підтримки прийняття рішень

№ з/п	Метод	Застосування	Приймання рішень	Топологія мережі	Робота з даними	База знань
1.	А.В. Лемешко, М. Ватті, А.В. Симоненко	Управління чергами на вузлах	Експерт	Стаціонарна мережа	Чіткі дані	Ні
2.	І.В. Грищенко	Оптимальне резервування вузлового обладнання	Експерт	Стаціонарна мережа	Чіткі дані	Ні
3.	Г.А. Кучук, В.В. Косенко, О.П. Давікоза	Управління розподілом ресурсів багатосерверного вузла	експерт	Інформаційно-телекомунікаційна мережа	Чіткі дані	Так
4.	А.Ю. Гребешков	Управління чергами підключення до мережі	Експерт/автоматизація	Радіомережа з стаціонарними терміналами	Чіткі дані	Так
5.	A. Sharma, S. Agarwal, R.S. Rathore	Управління оптимальними маршрутами мережі	Експерт	Радіомережа	Нечіткі дані	Так
6.	Ю.І. Лосев, К.М. Руккас, С.І. Шматков, М.С.А.Арабіат	Управління мережевими ресурсами	Експерт/автоматизація	Стаціонарна мережа	Нечіткі дані	Ні

## Висновок

Проведений аналіз існуючих СППР показав, що заданим вимогам відносно застосування в МВП найбільш відповідає програмний комплекс STATISTICA, та методи підтримки прийняття рішень А. Sharma та Ю.І. Лосева.

В основі STATISTICA закладені методи та алгоритми прийняття рішень, які можуть бути використані для побудови СППР. Даний програмний комплекс у порівнянні з іншими існуючими методами має найкращі показники за критеріями (швидкість обробки вихідних даних, оперативність генерації управлінських рішень, наочність, модульність, можливість внесення доповнень і змін та автоматизація процесу прийняття рішень).

Методи А. Sharma та Ю.І. Лосева в порівнянні з подібними методами найбільш підходять за критеріями (пропускна здатність, передача затримки та реакції часу, швидкість обробки вихідних даних, швид-

кість обробки вихідних даних, можливість внесення доповнень і змін, побудова оптимальних маршрутів та автоматизація процесу прийняття рішень).

Виходячи з проведеного аналізу існуючих методів підтримки прийняття рішень, було встановлено що дані методи здебільшого використовуються в комп'ютерних, провідних та стаціонарних мережах. Тому запропоновано провести удосконалення методів А. Sharma та Ю.І. Лосева для застосування в МВП з метою вирішення завдань управління оптимальними маршрутами та управління мережевими ресурсами з динамічною топологією, що і буде проведено в подальшій роботі.

## Список літератури

1. Романюк В.А. Концепція управління мобільною компонентою мереж зв'язку військового призначення / В.А. Романюк, А.І. Міночкін // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ "КПІ". – 2005. – № 1. – С. 51-60.
2. Кириченко В.Е. Об одном подходе к классификации систем поддержки принятия решений / В.Е. Кириченко //

Проблемы управления в социальных системах. – 2013. – №8. – С. 66-73.

3. Плетняков В.А. Развитие современных технологий поддержки принятия управленческих решений стратегического характера в инновационной сфере / В.А. Плетняков // *Пространство экономики*. – 2012. – № 2. – С. 56-59.

4. Бовда Е.М. Концептуальні основи синтезу автоматизованої системи управління зв'язком військового призначення / Е.М. Бовда, Ю.А. Плугувий, В.А. Романюк // *Збірник наукових праць ВІПІ*. – 2016. – № 1. – С. 6-18.

5. Романюк В.А. Методология оперативного управления мобильными радиосетями / В.А. Романюк, А.И. Минович // *Зв'язок*. – 2005. – № 2. – С. 53-58.

6. Состояние и перспективы нейросетевого моделирования СИПР в сложных социотехнических системах / А.А. Морозов, В.П. Клименко, А.Л. Ляхов, С.П. Алешин // *ММС*. – 2010. – № 1. – С. 127-149.

7. Калинина Е.А. Существующие системы поддержки принятия решений / Е.А. Калинина, А.В. Никишова // *Актуальные вопросы информационной безопасности регионов в условиях глобализации информационного пространства: материалы III Всерос. науч.-практ. конф.* – Волгоград: ВолГУ, 2014. – С. 206-209.

8. Витенбург Е.А. Система поддержки принятия решений в информационной безопасности / Е.А. Витенбург, А.В. Никишова, А.Е. Чурилина // *Вестник компьютерных и информационных технологий. Спектр*. – 2015. – С. 50-56.

9. STATISTICA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.statsoft.ru/products/overview/>.

10. Microsoft Dynamics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.microsoft.com/ru-ru/dynamics/default.aspx> (дата звернення: 15.05.2017).

11. Prognoz [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.prognoz.ru/sites/default/files/adddocs/listovkaprognoz.analitikadlyakotranii.pdf> (дата звернення: 15.05.2017).

12. PolyAnalyst [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.megaputer.ru/down/PolyAnalyst\\_6\\_tech\\_specs.pdf](http://www.megaputer.ru/down/PolyAnalyst_6_tech_specs.pdf).

13. Лемешко А.В. Управление очередями на узлах активной сети / А.В. Лемешко, М. Ватти, А.В. Симоненко // *Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб.* – 2007. – Вып. 151. – С. 92-97.

14. Грищенко И.В. Метод повышения живучести инфокоммуникационной сети // *Техніка та технологія*. – 2013. – № 6 (146). – С. 66-70.

15. Кучук Г.А. Метод управління розподілом ресурсів багатосерверного вузла обробки інформації / Г.А. Кучук, В.В. Косенко, О.П. Давікоза // *Збірник Наукових Праць Харківського Університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 3. – С. 111-115.

16. Гребешков А.Ю. Принятие решения оператором связи по управлению подключением к сетям доступа с учетом ранга пользователей / А.Ю. Гребешков // *T-Comm*. – 2013. – № 7. – С. 25-27.

17. Sharma A. Cluster based Routing in Mobile Ad Hoc Wireless Networks using Neuro-Genetic Paradigm / A. Sharma, S. Agarwal, R.S. Rathore // *International Journal of Scientific & Engineering Research*. – 2012. – Vol. 3, Issue 7. – P. 1-5.

18. Модель принятия решения при управлении ресурсами сети в условиях неопределенности / Ю.И. Лосев, К.М. Руккас, С.И. Шматков, Мохамед Саламе Абрахим Арабиат // *Системы обработки информации*. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 9. – С. 191-194.

Надійшла до редколегії 7.06.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук доцент В.В. Кузавков, Військо-вий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СВЯЗЬЮ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.В. Сальник, С.В. Сальник, Е.В. Лукина, В.П. Олексенко

В статье проведен анализ современных систем управления связью военного назначения, установлено преимущества и недостатки современных систем управления связью военного назначения, проведена их классификация. Проведен анализ существующих систем поддержки принятия решений, установлено множество их преимуществ, недостатков, определены требования к системам поддержки принятия решений в автоматизированных системах управления войсками связи и множество критериев оценки качества современных систем поддержки принятия решений. Проведен анализ функционирования современных систем поддержки принятия решений, в ходе чего проведена их классификация. Предложено шаги совершенствование методов поддержки принятия решений, в случае их использования в сетях военного назначения для решения задач управления сетевыми ресурсами и построения оптимальных маршрутов в сети.

**Ключевые слова:** СИПР, информационная система, управленческое решение.

## ANALYSIS OF METHODS OF SUPPORTING DECISIONS IN AUTOMATED MILITARY CONTROL MANAGEMENT SYSTEMS

V. Salnik, S. Salnik, K. Lukina, V. Oleksenko

In the article the analysis of modern systems of communication management of military appointment, the advantages and disadvantages of modern systems of communication management of military appointment have been determined, their classification has been carried out. The analysis of existing decision support systems has been carried out, the set of their advantages and disadvantages has been determined, the requirements for decision support systems in the automated control systems of the troops and the set of criteria for assessing the quality of modern decision support systems have been determined. The analysis of functioning of modern systems of support of decision-making in the course of which their classification was conducted. The steps to improve methods of decision support support are proposed, if they are used in military networks for solving the problems of managing network resources and constructing optimal routes in the network.

**Keywords:** DSS, information systems, management solution.