

УДК 621.3.052; 004.738.52

В.В.Левков (Національна академія Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького)

Методика структурного синтезу підсистеми утиліт системи електрозабезпечення технічних засобів охорони кордону

Запропоновано науково-методичний підхід щодо побудови структури підсистеми утиліт систем електрозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії.

Ключові слова: система електрозабезпечення, підсистема утиліт СЕЗ, відновлювані джерела енергії.

Предложен научно-методический подход относительно построения структуры подсистемы утилит систем электро-снабжения на основе возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: система электроснабжения, подсистема утилит СЭС, возобновляемые источники энергии.

Вступ. Сучасний стан безпекового середовища України характеризується динамічно зростаючою напруженістю, доповненням глобальних викликів та загроз регіональним і геополітичним суперництвом, кризовими проявами в системі міжнародних відносин та активною експлуатацією внутрішніх проблем держави зовнішніми силами [1]. Потенційні виклики та загрози все

більше набувають реального характеру, особливо щодо порушення державного суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності кордонів України. А отже, створюються сприятливі умови щодо здійснення різних видів незаконної транскордонної діяльності, найбільшу небезпеку з яких має переправлення зброї, боєприпасів, вибухових речовин, інших засобів терору та

ведення бойових дій, а ймовірно – і зброї масового ураження. При цьому виявляються спроби провокацій та негативного впливу на персонал правоохоронних органів та військових формувань. Такі умови обстановки, з одного боку, ускладнюють функціонування системи забезпечення прикордонної безпеки, а з іншого – обумовлюють необхідність підвищення вимог до виконання завдань відповідальними органами. Зважаючи на це, керівництву виконавчих органів державної влади сектору національної безпеки необхідно приймати виважені, однак перспективні (навіть, інноваційні) рішення щодо напрямів реалізації політики в контексті задекларованого зовнішньополітичного курсу держави на формування спільного з Європою безпекового середовища.

Значна робота у цьому напрямі вже проведена і в Державній прикордонній службі України, зокрема, щодо переоснащення парку технічних засобів охорони кордону на зразки нового покоління.

Однак, дуже складно підвищувати ефективність функціонування системи охорони кордону при наявній обмеженості ресурсного забезпечення (перш за все, енергетичного та фінансового). Зокрема, передбачене концепцією [2] широке застосування технічних засобів охорони кордону (ТЗОК) (з метою створення вздовж лінії державного кордону суцільних за простором та часом зон візуального, радіотехнічного, інфрачервоного та інших видів спостереження) потребує безперервного функціонування їх систем електрозабезпечення (СЕЗ). Проблеми, пов'язані з постачанням електричної енергії для живлення елементів системи технічного контролю державного кордону, можна віднести до внутрішніх загроз прикордонній безпеці. Вони описані у роботі [3]. Також у цій роботі зроблено висновок про те, що задовольнити енергетичні потреби (досягнути енергонезалежності) ТЗОК можливо шляхом використання потенціалу відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Зокрема, щодо потреб Держприкордонслужби України на увагу заслуговують перетворювачі сонячної, вітрової, геотермальної енергії, енергії річок та морських хвиль.

Справедливість згаданого вище доведено на

прикладі забезпечення електроенергією споживачів у різних сферах життєдіяльності людства у багатьох джерелах, зокрема [4]. Стосовно ж порядку організації електрозабезпечення технічних засобів охорони кордону на основі використання потенціалу ВДЕ автором проведено роботу щодо змістовного опису та обґрунтування математичної моделі генерації раціональних структур підсистем первинних перетворювачів систем електрозабезпечення ТЗОК. На сьогоднішній день триває апробація науково-методичного апарату та проводиться тестування на конкретних прикладах.

Наступним кроком проектування системи автономного електрозабезпечення технічних засобів охорони кордону на основі ВДЕ є розробка методики структурного синтезу підсистеми утиліт, за допомогою якої здійснюється отримання та перетворення електричної енергії від підсистеми первинних перетворювачів, а також її накопичення і транзит до кінцевих споживачів. Відповідно, ця підсистема структурно є проміжною між первинними перетворювачами і технічними засобами охорони кордону (рис. 1). При цьому електричні характеристики елементів підсистеми утиліт повинні відповідати умові достатнього забезпечення електроенергією конкретних споживачів (ТЗОК).

Отже, **метою статті** є обґрунтування методики структурного синтезу підсистеми утиліт систем електрозабезпечення ТЗОК на основі ВДЕ.

Досягнення мети можливе шляхом вирішення таких завдань:

- визначення необхідного переліку елементів підсистеми утиліт СЕЗ за видами та формалізація їх локальних функцій;
- формування часткових показників якості залежно від зовнішніх умов дислокації;
- узагальнення (у вигляді створеної матриці) початкових даних параметрів електроенергії, що споживається ТЗОК;
- аналіз варіаційного ряду вихідних параметрів існуючих СЕЗ на основі ВДЕ;
- генерація дієвих та визначення оптимальних структур підсистем утиліт СЕЗ ТЗОК на основі ВДЕ.

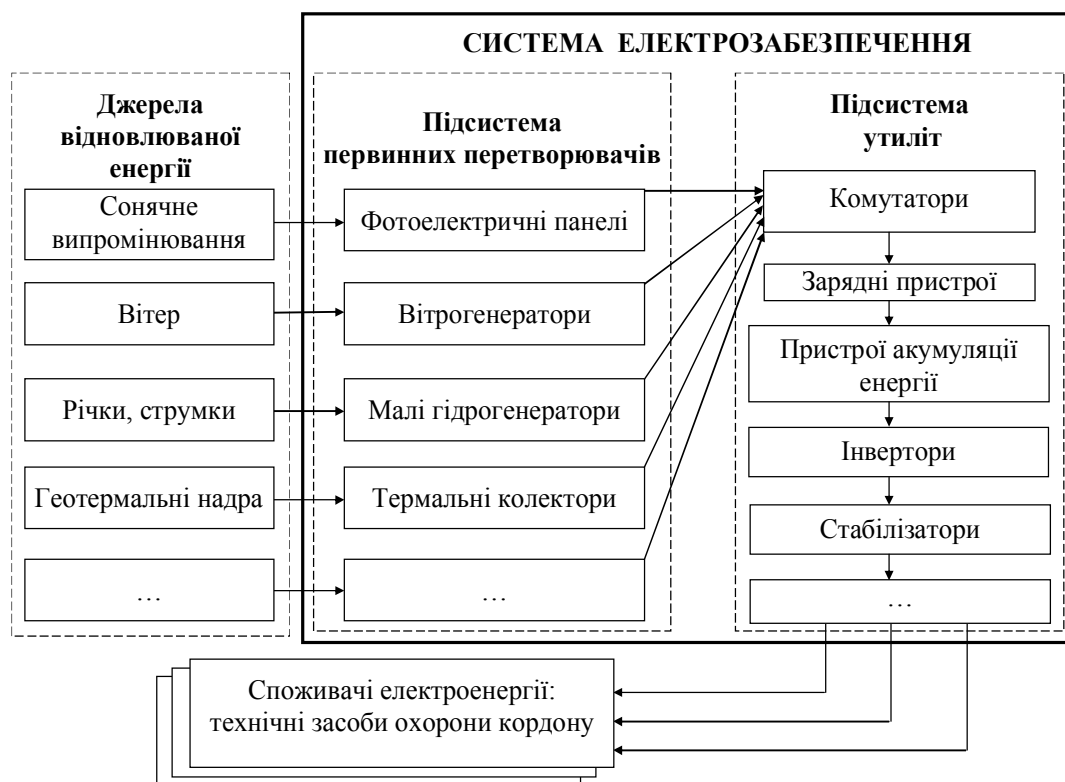


Рис. 1. Структурна схема локальної СЕЗ на основі ВДЕ.

Основна частина. Основні етапи вирішення визначених завдань структурного синтезу підсистеми утиліт СЕЗ ТЗОК на основі ВДЕ в рамках пропонованої методики показано на рис. 2.

Множина допустимих складових елементів та їх модифікацій дозволяє представити підсистему утиліт у сукупній структурі СЕЗ на основі ВДЕ у вигляді таблиці 1.



Рис. 2. Основні етапи структурного синтезу раціональної структури підсистеми утиліт системи електрозабезпечення ТЗОК на основі ВДЕ.

Таблиця 1.

Компоненти підсистеми утиліт СЕЗ на основі ВДЕ			Локальні функції утиліт СЕЗ на основі ВДЕ, x							
			1	2	3	4	5	6	...	X
№ з/п	Вид (m)	Марка (n)								
1	Перетворювачі (П)	Π_1	$b_{1/1}^{(1)}$							
		Π_2	$b_{1/2}^{(1)}$							
								
		Π_N	$b_{1/N}^{(1)}$							
2	Зарядні пристрої (З)	$З_1$		$b_{2/1}^{(2)}$						
		$З_2$		$b_{2/2}^{(2)}$						
							
		$З_N$		$b_{2/N}^{(2)}$						
3	Пристрої акумуляції електроенергії (А)	A_1			$b_{3/1}^{(3)}$					
		A_2			$b_{3/2}^{(3)}$					
						
		A_N			$b_{3/N}^{(3)}$					
4	Інвертори (Ін)	$Ін_1$				$b_{4/1}^{(4)}$				
		$Ін_2$				$b_{4/2}^{(4)}$				
					
		$Ін_N$				$b_{4/N}^{(4)}$				
5	Контролери (К)	K_1					$b_{5/1}^{(5)}$			
		K_2					$b_{5/2}^{(5)}$			
				
		K_N					$b_{5/N}^{(5)}$			
6	Стабілізатори (С)	C_1						$b_{6/1}^{(6)}$		
		C_2						$b_{6/2}^{(6)}$		
			
		C_N						$b_{6/N}^{(6)}$		
...	
M	M	M_1								$b_{M/1}^{(X)}$
		M_2								$b_{M/2}^{(X)}$
	
		M_N								$b_{M/N}^{(X)}$

Формування теоретично можливих варіантів структур підсистеми утиліт СЕЗ на основі ВДЕ здійснюємо за допомогою апарату алгебри логіки, що дозволяє істотно скоротити кількість завідомо нераціональних математичних операцій шляхом використання таких тотожностей логічних висловлювань, як:

- комутативність:

$$a \wedge b \equiv b \wedge a, \quad a \vee b \equiv b \vee a;$$

- асоціативність:

$$a \wedge (b \wedge c) \equiv (a \wedge b) \wedge c,$$

$$a \vee (b \vee c) \equiv (a \vee b) \vee c;$$

- дистрибутивність:

$$a \wedge (b \vee c) \equiv (a \wedge b) \vee (a \wedge c),$$

$$a \vee (b \wedge c) \equiv (a \vee b) \wedge (a \vee c);$$

- ідемпотентність: $a \wedge a \equiv a, \quad a \vee a \equiv a;$

- поглинання

$$(a \wedge b) \vee a \equiv a, \quad (a \vee b) \wedge a \equiv a.$$

Використовуючи зазначене, загальне подання методики у вигляді функції, що характеризує всі можливі структури підсистеми утиліт СЕЗ на основі ВДЕ, при гарантованому виконанні всіх функцій, які покладаються на окремі елементи, набуває наступного вигляду:

$$\begin{aligned} z(1 \dots x \dots X) &= f(b_{m/n}^{(x)}) = \\ &= \bigotimes_{x=1, m=1, n=1}^{X, M, N} b_{m/n}^{(x)} = \bigwedge_{x=1}^X \left(\bigvee_{m=1, n=1}^{M, N} b_{m/n}^{(x)} \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z(1 \dots X) &= (b_{I_1}^{(1)} \vee b_{I_2}^{(1)} \vee \dots \vee b_{I_n}^{(1)} \vee \dots \vee b_{I_N}^{(1)}) \wedge \\ &\wedge (b_{3_1}^{(2)} \vee b_{3_2}^{(2)} \vee \dots \vee b_{3_n}^{(2)} \vee \dots \vee b_{3_N}^{(2)}) \wedge \dots \wedge \\ &\wedge (b_{m/1}^{(x)} \vee b_{m/2}^{(x)} \vee \dots \vee b_{m/n}^{(x)} \vee \dots \vee b_{m/N}^{(x)}) \wedge \dots \wedge \\ &\wedge (b_{C_1}^{(X)} \vee b_{C_2}^{(X)} \vee \dots \vee b_{C_n}^{(X)} \vee \dots \vee b_{C_N}^{(X)}), \\ &\text{за умов } b_{m/n}^{(x)} \neq 0, \end{aligned}$$

де $z(x)$ – функція, що характеризує всі варіанти компоновок у x -й графі таблиці при $b_{m/n}^{(x)} \neq 0$;

$b_{m/n}^{(x)}$ – булева змінна для визначеної X -ї функції утиліт, яка може бути виконана елементом підсистеми m -го виду n -ї марки, $x = (1 \dots X)$,

$$m = (1 \dots M), \quad n = (1 \dots N), \quad b_{m/n}^{(x)} = \{1; 0\};$$

\otimes – знак логіко-функціональної залежності між рядками та графами матриці булевого простору.

Описаний математичний апарат дозволить за допомогою електронно-обчислювальної техніки отримати множину дієвих структур підсистеми утиліт СЕЗ, а також спростить завдання щодо здійснення загальної оцінки енергетичних та економічних характеристик генерованих наборів обладнання.

Висновки і напрями подальших досліджень. Таким чином, у статті запропоновано науково-методичний підхід щодо побудови структури підсистеми утиліт систем електрозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії, який полягає у структурному синтезі на основі математичного апарату булевої алгебри її компонентів.

Використання отриманих при цьому результатів дозволить у подальшому науково обґрунтовано приймати рішення щодо вибору оптимального варіанту загальної структури СЕЗ, який гарантовано забезпечуватиме встановлений графік електропостачання з відповідними параметрами напруги та струмів упродовж всього терміну експлуатації технічних засобів охорони кордону.

1. *Купрієнко Д. А.* Аналіз проблеми розвитку інтегрованого управління кордонами в Україні / Д.А. Купрієнко, Ю.А. Дем'янюк // Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ : Міжнар. наук.-техн. конф., 4-16 травня 2014 р. : тези доп. – Львів, 2014. – С. 139.

2. *Указ Президента України* від 19.06.06 № 546/2006 "Про Концепцію розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 р." – К.: АДПСУ, 2006 р.

3. *Купрієнко Д.А.* Перспективи впровадження альтернативних джерел електроенергії у контексті забезпечення прикордонної безпеки України / Д.А. Купрієнко, В.В. Левков, В.А. Собченко // Збірн. наук. пр. Серія : військові та технічні науки / Нац. академія Держприкордонслужби України ім. Б. Хмельницького ; [редкол. : Б.М. Олексієнко (гол. ред.), І.С. Катеринчук та ін.]; – Хмельницький, 2012. – Вип. 57. – С. 116–121.

4. *Боровик О.В.* Методика структурного синтезу підсистем первинних перетворювачів відновлюваної енергії систем електрозабезпечення технічних засобів охорони кордону / О.В. Боровик, В.В. Левков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2014. – № 2. – С. 99–105.