

УДК 621.311

Г.І. Лагутін, В.В. Котов

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗАСОБАМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ПОТРЕБ АТО

В статті запропонований метод удосконалення системи керування власними потребами дизельної електростанції 5И57А, який можливо використати для розробки перспективних проектів модернізації пересувних електростанцій в системах електропостачання зразків озброєння та військової техніки радіотехнічних військ ППО Повітряних Сил Збройних Сил України.

**Ключові слова:** пересувні електростанції, дизельний двигун, автоматизація керування власними потребами, системи автоматичного керування, логічна схема алгоритму, функції алгебри логіки.

### Вступ

Радіолокаційні станції (РЛС) вимагають безперервного та якісного живлення електроенергією, оскільки це є необхідною умовою постійної бойової готовності та боєздатності радіотехнічних військ, оскільки порушення нормального режиму роботи системи електропостачання може призвести до зриву виявлення повітряних цілей, їх супроводження та видачі радіолокаційної інформації на командні пункти вищих ланок управління, як наслідок, ураження угруповань своїх військ (сил) [1–4].

Задача вдосконалення системи автоматизації управління роботою електростанцій набуває особливої актуальності у зв'язку з моральним та фізичним старінням елементної бази системи автоматики яка не дозволяє забезпечити потрібний рівень надійності та безперервності.

**Аналіз літератури.** Стан систем електропостачання комплексів озброєння та військової техніки, а також їх окремих елементів наведений в [5–8]. У блоці ручного управління (БРУ) електростанції 5И57А реалізуються алгоритми керування власними потребами, а саме керування закачуванням мастила, палива, електронагрівачами дизеля, керування люками [9].

На даний час управління роботою цих систем здійснюється із використанням окремих пристроїв, до складу кожного з яких входять елементи, що часто виконують дублюючі функції [10]. Оскільки пристрої системи управління власними потребами 5И57А виконані на застарілій елементній базі, то шляхом підвищення надійності і ефективності управління є створення оптимізованого алгоритму керування власними потребами на базі логічної схеми із сучасними напівпровідниковими елементами [11]. Застосування такої системи дозволить підвищити надійність роботи електростанції за рахунок постійного підтримання її в прогрітому та заправле-

ному стані як в період очікування команди на застосування, так і під час бойової роботи.

У статті представлена логічна схема, яка може бути доведена до стану віртуальної фізичної реалізації на базі програмованих логічних контролерів в середовищі розробки прикладних програм CODESYS або їм подібних, що значно підвищить ефективність застосування електротехнічних засобів у зоні проведення АТО.

**Метою роботи** є вдосконалення автоматики пересувних електростанцій систем електропостачання радіотехнічних військ в умовах ведення бойової роботи під час проведення антитерористичної операції, спрямованих на підвищення надійності роботи системи електропостачання.

### Основний матеріал

Керуючись наявною системою управління власними потребами, була складена логічна схема алгоритму (ЛСА) загального блоку керування. З урахуванням прийнятих позначень у розглянутому прикладі ЛСА має такий вигляд:

↓3p1 ↑1Aa1 Aa2 Ba1 q1↑2↓5 Bb1 Ab2 Ab1 Ca1ω↑3↓1  
p2↑4ω↑5↓4 p3↑6 ↓7 Aa3 Aa4 Ba2 q2↑4↓10 Bb2 Ab4  
Ab3 Ca2↓3 Ca3ω↑8↓6 p4↑9ω↑10↓9 p5↑11 Ca4 Aa5  
p6↑9↓8 Akω↑17↓11 Ab5 p7↑9 p8↑12Aa7 p9↑13  
Aa8ω↑17↓13 p11↑14 Aa9ω ↑17↓14 Aa10ω ↑17↓12Aa6  
p10↑15 Aa12 ω↑17↓15 p12↑16 Aa11ω↑17↓16 Aa13  
ω↑17 ↓17 Sk,

де Aa1 – відкриття клапану підкачування масла;

Aa2 – вмикання насосу, що закачує масло у мас- тильний бак;

Aa3– відкриття клапану паливного баку;

Aa4 – вмикання насосу, що закачує паливо в па- ливний бак;

Aa5 – вмикання електронагрівального елемента (ЕН);

Aa6, Aa7 – відкриття люків забору в режимі «ЗИМА, ЛІТО»;

Aa8, Aa12 – відкриття люків викиду при температурі охолоджувальної рідини  $< 80^{\circ}\text{C}$  в режимі «літо – зима»;

Aa9 – відкриття люків викиду на  $3-5^{\circ}$ , при температурі охолоджувальної рідини  $< 95^{\circ}\text{C}$  в режимі «літо – зима»;

Aa10 – відкриття люків викиду повністю, при температурі охолоджувальної рідини  $> 95^{\circ}\text{C}$  в режимі «літо-зима»;

Ab1, Ab2, Ab3, Ab4, Ab5 – вимикання відповідних виконавчих пристроїв;

Ak – перехід на інший агрегат;

Va1, Va2 – вмикання контролю тривалості роботи підкачки мастила та палива;

Vb1, Vb2 – вимикання відповідних пристроїв контролю тривалості роботи.

Ca1 – вмикання світлодіоду МАСЛО;

Ca2 – вмикання світлодіоду ПАЛИВО;

Ca3 – вмикання світлодіоду НЕСПРАВНІСТЬ;

Ca4 – вмикання світло діоду ДИЗЕЛЬ НЕ ПРОГРІТИЙ;

Sk – кінець процесу.

Логічні умови, що перевіряються:

P1 – перевірка наявності рівня масла датчиком нижнього рівня (1 – рівень масла в нормі, 0 – рівень масла нижче норми);

P2 – перевірка наявності рівня масла датчиком верхнього рівня (1 – рівень масла в нормі, 0 – рівень мастила нижче норми);

P3 – перевірка наявності рівня палива датчиком нижнього рівня (1 – рівень палива в нормі, 0 – рівень палива нижче норми);

P4 – перевірка наявності рівня палива датчиком верхнього рівня (1 – рівень води в нормі, 0 – рівень води нижче норми);

P5 – перевірка температури двигуна (0 – температура двигуна в нормі ( $>37^{\circ}\text{C}$ ), 1 – температура двигуна не в нормі ( $<37^{\circ}\text{C}$ ));

P6 – перевірка справності підігрівача (0 – в нормі, 1 – не в нормі);

P7 – повторна перевірка температури двигуна (1 – температура двигуна в нормі, 0 – температура двигуна не в нормі);

P8 – перевірка режиму «ЛІТО-ЗИМА» (1 – температура  $< 10^{\circ}\text{C}$ , 0 – температура  $>10^{\circ}\text{C}$ );

P9 – перевірка температури двигуна в режимі «ЛІТО» (1 – температура двигуна  $>80^{\circ}\text{C}$ , 0 – температура двигуна  $<80^{\circ}\text{C}$ );

P10 – перевірка температури двигуна в режимі «ЗИМА» (1 – температура двигуна  $>80^{\circ}\text{C}$ , 0 – температура двигуна  $<80^{\circ}\text{C}$ );

P11 – перевірка температури двигуна в режимі «ЛІТО» (1 – температура двигуна  $>95^{\circ}\text{C}$ , 0 – температура двигуна  $<95^{\circ}\text{C}$ );

P12 – перевірка температури двигуна в режимі «ЗИМА» (1 – температура двигуна  $>95^{\circ}\text{C}$ , 0 – температура двигуна  $<95^{\circ}\text{C}$ );

Часові логічні умови:

q1 – контроль тривалості роботи закачування мастила (стає рівним 1 після закінчення встановленого часу роботи);

q2 – контроль тривалості роботи закачування палива (стає рівним 1 після закінчення встановленого часу роботи).

Здійнюється перевірка контролю рівня масла в баку відносно нижнього рівня (умова p1). Якщо рівень масла в баку вище нижнього рівня, переходимо до перевірки верхнього рівня масла (умова p2). При зниженні рівня масла нижче нижнього рівня подається сигнал відкриття клапану підкачування масла Aa1, після цього вмикається насос, що закачує масло у масляний бак Aa2 та вмикається контроль тривалості роботи Va1. Якщо часові умови q1 скінчилися, то всі процеси в зворотному порядку вимикаються та вмикається світлодіод «МАСЛО» Ca1, після цього вмикається світлодіод «НЕСПРАВНІСТЬ», вмикається інший агрегат Ak та здійснюється перехід на кінець процесу Sk. Алгоритм керування закачуванням палива аналогічний алгоритму керування закачуванням масла. Після цього йде перевірка температури двигуна (умова p5). Якщо температура двигуна не в нормі (нижча за  $37^{\circ}\text{C}$ ), вмикається світлодіод "ДИЗЕЛЬ НЕ ПРОГРІТИЙ" Ca4 й вмикається електронагрівач (ЕН) Aa5 та йде перевірка справності підігрівача (умова p6). Якщо ЕН справний, то йде повторна перевірка двигуна p5, якщо температура в нормі, вимикається ЕН Aa5, після чого йде повторна перевірка температури двигуна p7. Температура двигуна не в нормі. Йде перевірка двигуна p5 з наступними процесами, але якщо в нормі, то переходять до наступного процесу. Крім цього, також є перевірка температури для вмикання режиму «ЛІТО-ЗИМА» (умова p8) і відкриття люків забору (Aa6, Aa7) та викиду (Aa8,...,Aa13). При виході контрольованих параметрів за межі норми починають працювати алгоритми відновлення відповідних режимів роботи, після чого алгоритм закінчується.

На функціональній схемі логічної мережі системи керування яка зображена на рис. 1, ліворуч показана зона вхідних впливів, до яких відносяться зовнішні керуючі сигнали та сигнали з виходів пристроїв перевірки виконання логічних умов (системи з виходів датчиків). Праворуч показана зона зовнішніх виходів, яким відповідають впливи на виходах виконавчих органів. Розглянемо формування функції F1, F2, F3. На схемі F1, що відповідає за закачування масла в бак, позначається як f1, реалізація її здійснюється наступним чином. Вхідний сигнал P1 подається на елемент П1 на 3 входи, на які крім сигналу P1 подається  $\bar{q}1$  та f1. F2, що відповідає за алгоритм закачування палива в бак і позначається як

f2 та має елемент I2 з 4 входами, на який подаються сигнали F3,  $\bar{q}1$   $\bar{p}1$  p2.

F3, що позначається як f3 та відповідає за перевірку прогріву двигуна, має елемент I3 на 5 входів з сигналами f1, f2  $\bar{p}1$   $\bar{p}2$  p3.

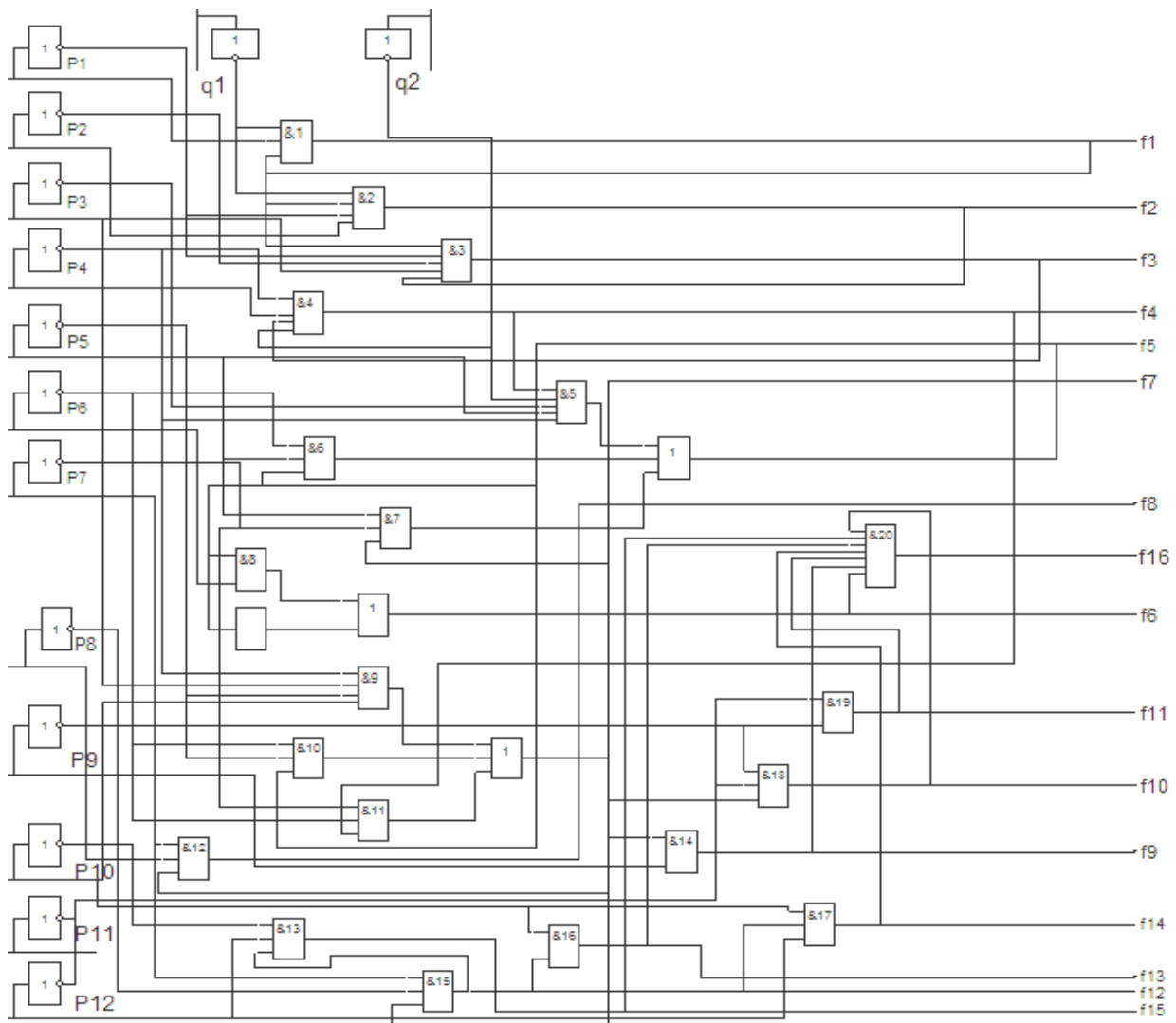


Рис. 1. Функціональна схема логічної мережі системи керування власними потребами

## Висновки

Запропонована удосконалена схема керування власними потребами дизель-електричної станції 5И57А дозволить підвищити надійність та безперервність електропостачання за рахунок постійного підтримання її в прогрітому та заправленому стані як в період очікування команди на застосування, так і під час бойової роботи.

Запропоновану логічну схему можливо довести до стану віртуальної фізичної реалізації на базі програмованих логічних контролерів в середовищі розробки прикладних програм CODESYS або їм подібних.

## Список літератури

1. Кононов Б.Т. Обґрунтування методики дослідження шляхів підвищення надійності роботи систем

обертання антен радіолокаційних станцій / Б.Т. Кононов, Н.М. Рябуха // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України* – Х.: ХУПС, 2016. – № 1 (22). – С. 88-90.

2. Запара Д.М. Вибір та обґрунтування критерію оцінювання ефективності системи технічного забезпечення зенітних ракетних військ в сучасних умовах ведення збройної боротьби / Д.М. Запара, М.Б. Бровко, Г.М. Зубрицький // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України* – Х.: ХУПС, 2016. ф– № 2(23). – С. 114-116.

3. Ніколаєв І.М. Науково-методичне забезпечення досліджень з обґрунтування перспектив розвитку зенітного ракетного озброєння / І.М. Ніколаєв // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України* – Х.: ХУПС, 2016. – № 2(23). – С. 120-122.

4. Карпенко Д.В. Стан та перспективи розвитку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України / Д.В. Карпенко // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України* – Х.: ХУПС, 2017. – № 2(27). – С. 75-78.

5. Lagutin G.I. Modern problems of energy supply for the combat operations / G.I. Lagutin, A.N. Malysh // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Х.: ХНУПС, 2016. – № 4(49). – С. 118-121.

6. Lagutin G.I. Military power supply units development prospects on the combat operations experience basis / G.I. Lagutin // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2015. – № 3(43). – С. 45-48.

7. Лагутин Г.И. Требования к автономным источникам электрической энергии общевойскового назначения с учетом опыта проведения антитеррористической операции / Г.И. Лагутин // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2015. – № 3(20). – С. 147-151.

8. Аналіз існуючих військових електростанцій та електроагрегатів / Г.И. Лагутин, В.В. Матьорка, Ю.М. Приходько, П.І. Нежалківський // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2014. – № 2(15). – С. 194-197.

9. Кононов Б.Т. Організація електропостачання військ у мирний час та в особливих умовах. Ч. 1: навч.

посіб. / Б.Т. Кононов, Г.И. Лагутин. – Х.: ХУПС, 2015. – 104 с.

10. Электричні машини: підручн. / Б.Т. Кононов, Г.И. Лагутин, О.Б. Котов, А.О. Нечаус; за заг. ред. Б.Т. Кононова. – Х.: ХУПС, 2015. – 496 с.

11. Експлуатація систем електропостачання військових об'єктів: підручн. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за спец. «Електротехнічні системи військового призначення» / Б.Т. Кононов, О.Б. Котов, Г.И. Лагутин, О.М. Малиш. – Х.: ХУПС, 2014. – 432 с.

Надійшла до редколегії 20.04.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Б.Т. Кононов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЙСКОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ НУЖД АТО

Г.И. Лагутин, В.В. Котов

В статье предложен метод совершенствования системы управления собственными нуждами дизельной электростанции 5И57А, который возможно использовать для разработки перспективных проектов модернизации передвижных электростанций в системах электроснабжения образцов вооружения и военной техники радиотехнических войск ПВО Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины.

**Ключевые слова:** передвижные электростанции, дизельный двигатель, автоматизация управления собственными нуждами, системы автоматического управления, логическая схема алгоритма, функции алгебры логики.

#### IMPROVEMENT OF CONTROL SYSTEM BY AUTOMATION MEANS OF RADAR POWER SUPPLY SYSTEMS MILITARY POWER-STATIONS FOR NEEDS OF ATO

G. Lagutin, V. Kotov

The method of improvement of control system by the 5I57A diesel power-station own needs is offered in the article, which it is possible to use for development of perspective projects of modernization of movable power-stations in the power supply systems for armament and military equipment of Air Defence radiotechnical troops of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

**Keywords:** movable power-stations, diesel engine, automation of own needs operations, systems of automatic control, logical chart of algorithm, functions of boolean algebra.