

УДК 621.311

Г.И. Лагутин

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков*

## ОСОБЕННОСТИ ОБОСНОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБРАЗЦОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

*В статье рассматриваются особенности обоснования технических характеристик и показателей качества электротехнических средств, которые входят в состав систем электроснабжения комплексов вооружения и военной техники. Для выявления взаимосвязи параметров и характеристик систем электроснабжения предлагается использовать математический аппарат теории графов.*

**Ключевые слова:** электротехнические средства, системы электроснабжения, тактико-технические характеристики.

### Введение

**Постановка проблемы.** Гарантированное, качественное, экономное и безопасное снабжение электрической энергией вооружения, военной техники и других объектов военного назначения в стационарных и полевых условиях, электрификация производственной деятельности органов технического и тылового обеспечения, а также применение поражающих свойств электрической энергии является вкладом в поддержание постоянной боевой готовности и боеспособности войск (сил). В связи с этим актуальной задачей является обоснование характеристик и показателей образцов электротехнических средств и систем электроснабжения для комплексов вооружения и военной техники.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Известно, что обоснование характеристик и показателей образцов электротехнических средств и систем электроснабжения комплексов вооружения и военной техники должно осуществляться путем комплексного исследования и определения их количественных структурных, функциональных и информационных характеристик [1 – 4].

Для определения структурных характеристик систем электроснабжения (СЭС) необходимо исследование и формирование рациональных функциональных и принципиальных схем, реализующих заданный алгоритм функционирования системы, а также изучение и поиск конструктивных решений при определении состава, размещения и стыковки электротехнических средств, входящих в ее состав.

Определение функциональных характеристик СЭС предполагает обоснование математических моделей, характеризующих процессы изменения состояний системы под влиянием управляющих воздействий и влияния этих процессов на качество и показатели эффективности управления.

Исследование информационных характеристик СЭС обычно сводится к исследованию и разработке

рациональных способов представления, передачи, обработки и представления информации, циркулирующей между элементами системы.

На основе проведенных исследований могут быть обоснованы

**Целью статьи** является определение подходов к обоснованию тактико-технических характеристик перспективных СЭС комплексов вооружения и военной техники (ВВТ) или требований к усовершенствованию существующих систем.

### Изложение основного материала

Предлагается при техническом обосновании характеристик и показателей СЭС комплексов ВВТ, а также образцов электротехнических средств (ЭТС) в качестве определяющих факторов использовать требования боевого применения СЭС в составе того или иного комплекса ВВТ. При таком подходе техническое обоснование перспективных СЭС комплексов ВВТ будет сводиться к задачам системного синтеза, и представлять собой процесс разработки архитектуры сложной технической системы исходя из принципов многокритериальности, декомпозиции и итеративности. С учетом [1], техническое обоснование характеристик перспективной СЭС комплекса ВВТ должно быть направлено на разрешение противоречия между возникшими потребностями в создании новой системы (задачами, возлагаемыми на комплекс ВВТ) с одной стороны, и условиями боевого применения (эксплуатации) СЭС, а также уровнем развития науки и техники, с другой стороны (рис. 1).

Количественно СЭС комплекса ВВТ может быть описана совокупностью величин, которые могут быть разбиты на два класса:

параметры СЭС, описывающие первичные свойства системы и являющиеся исходными данными при решении задач анализа;

характеристики СЭС, описывающие вторичные свойства системы и определяемые в процессе решения задач анализа как функция параметров.

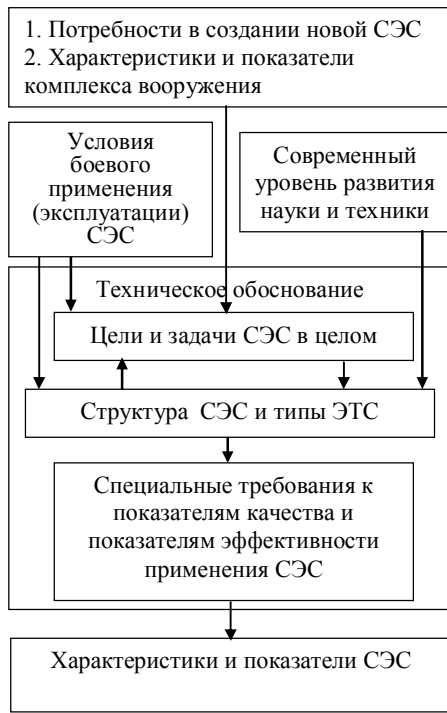


Рис. 1. Обоснование противоречия

Множество параметров СЭС может быть представлено в виде совокупности внутренних параметров, описывающих состав, структуру и функциональную организацию (режим функционирования) системы, и внешних параметров, к которым могут быть отнесены нагрузочные параметры (мощность потребителей электроэнергии, количество потребленной электроэнергии за определенный период), параметры окружающей среды (температура воздуха, атмосферное давление), и т.п. В свою очередь, характеристики СЭС могут быть разделены на глобальные, описывающие эффективность СЭС в целом, и на локальные, описывающие качество функционирования отдельных ЭТС. К глобальным характеристикам СЭС комплекса ВВТ могут быть отнесены такие характеристики, как:

характеристики производительности, описывающие мощностные качества СЭС (мощность источников электроэнергии, количество электроэнергии, произведенной за определенный период);

характеристики оперативности, описывающие временные аспекты функционирования СЭС (период автономии, время непрерывной работы системы, время выдачи питания потребителям, время перехода с основного источника электроэнергии на резервный);

характеристики надежности, описывающие живучесть, безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость СЭС (вероятность безотказной работы, наработка на отказ, назначенный ресурс до капитального ремонта и до списания; интенсивность восстановления за заданное время);

экономические характеристики СЭС в виде стоимостных показателей, например, стоимость ЭТС, входящих в состав СЭС, затраты на эксплуатацию СЭС и т.п.;

прочие характеристики: массогабаритные, энергопотребления, тепловыделения и т.п.

В рамках задачи обоснования характеристик систем электроснабжения вооружения и военной техники предлагается представить параметры системы как вектор входных величин, а характеристики как вектор выходных величин, зависящих от параметров и определяемых в процессе анализа системы (рис.2).

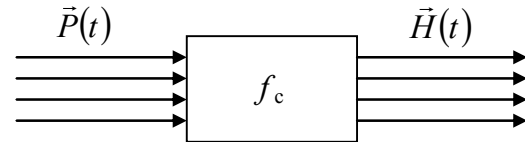


Рис. 2. Связь параметров и характеристик

Тогда процесс формирования характеристик СЭС можно представить в следующем виде:

$$\vec{H}(t) = f_c(\vec{P}(t))$$

где  $f_c$  — функция, определяющая закон преобразования входных величин (параметров) в выходные величины (характеристики);  $\vec{P}(t)$  — вектор параметров, зависящий от текущего момента времени  $t$ ;  $\vec{H}(t)$  — вектор характеристик, зависящий от текущего момента времени  $t$ .

Для выявления взаимосвязи параметров и характеристик СЭС может быть использован математический аппарат теории графов. Так, иерархической структуре СЭС может быть поставлена в соответствие иерархия связей параметров элементов СЭС. Для анализа связей параметров может быть использован граф, в котором вершинами являются множество параметров СЭС и его элементов (ЭТС), а ребрами — множество связей между параметрами, отражающие их влияние друг на друга. В этом случае граф связей параметров может быть совмещен с иерархической структурой СЭС. На рис. 3 представ-

Уровни иерархии

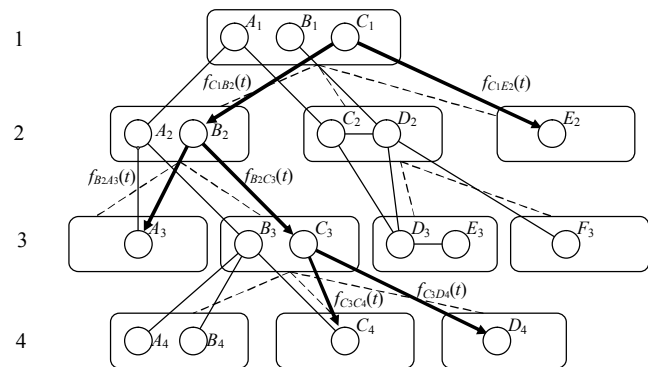


Рис. 3. Граф связей параметров

лен граф связей параметров, в котором ребра, отмеченные пунктирными линиями, соответствуют отношениям включения подмножеств ЭТС в множество элементов СЭС, а отмеченные сплошными линиями – связям параметров.

Например, продолжительность автономной работы комплекса вооружения  $C_1$  зависит от допустимого времени непрерывной работы автономных электростанций  $B_2$  в функции  $f_{C_1B_2}(t)$  и распределительно-преобразовательных установок  $E_2$  в функции  $f_{C_1E_2}(t)$ . В свою очередь, показатель  $B_2$  зависит от емкости основных и резервных топливных баков  $A_3$  в функции  $f_{B_2A_3}(t)$  и расхода топлива автономных электростанций  $C_3$  в функции  $f_{B_2C_3}(t)$ , который в свою очередь зависит от мгновенной мощности  $C_4$  в функции  $f_{C_3C_4}(t)$ , потребляемой комплексом ВВТ, и характеристик приводного двигателя электроагрегата  $D_4$  в функции  $f_{C_3D_4}(t)$ . Оценив влияние каждого показателя низшего иерархического уровня на показатели высших иерархических уровней, можно выделить характеристики, наиболее существенно влияющие на достижение желаемого результата.

Таким образом, поставив в соответствие ребрам графа функциональные или иные зависимости между параметрами разных иерархических уровней, возможно представить задачу обоснования характеристик и показателей образцов ЭТС и СЭС комплексов ОБТ как нелинейную оптимизационную задачу на графах. Для ее решения могут быть применены алгоритмы решения задачи о максимальном потоке в сети, транспортной задачи, задачи о минимальном пути и т.п.

## Выводы

1. Обоснование характеристик и показателей образцов электротехнических средств и систем электроснабжения комплексов вооружения и военной техники должно осуществляться путем комплексного исследования и определения их количественных структурных, функциональных и информационных характеристик.

2. При техническом обосновании характеристик и показателей СЭС комплексов ВВТ, а также образцов ЭТС в качестве определяющих факторов

предлагается использовать требования боевого применения СЭС в составе того или иного комплекса ВВТ. Тогда техническое обоснование характеристик перспективной СЭС комплекса ВВТ может быть направлено на разрешение противоречия между задачами, возлагаемыми на комплекс ВВТ, с одной стороны, и условиями боевого применения (эксплуатации) СЭС, а также уровнем развития науки и техники, с другой стороны.

3. Для выявления взаимосвязи параметров и характеристик СЭС может быть использован математический аппарат теории графов. Для анализа связей параметров может быть использован граф, в котором вершинами являются множество параметров СЭС и его элементов (ЭТС), а ребрами – множество связей между параметрами, отражающие их влияние друг на друга. Таким образом, поставив в соответствие ребрам графа функциональные или иные зависимости между параметрами разных иерархических уровней, возможно представить задачу обоснования характеристик и показателей образцов ЭТС и СЭС комплексов ОБТ как нелинейную оптимизационную задачу на графах.

## Список литературы

1. Мухин В.И. Исследование систем управления / В.И. Мухин — М.: Экзамен, 2003. — 220 с.
2. Гриб Д.А. Методологічні аспекти розробки оперативно-тактичних вимог до системи озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України / Д.А. Гриб, Б.М. Ланецький, В.В. Лук'янчук // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. — 2008. — № 1(1) — С. 47-50.
3. Лагутин Г.И. Анализ режимов потребления электрической энергии комплексами вооружения и военной техники / Г.И. Лагутин // Системи озброєння і військова техніка. — Х.: ХУПС, 2014. — № 3(39). — С. 46 — 49.
4. Лагутин Г.И. Особенности определения перечня параметров и характеристик систем электроснабжения / Г.И. Лагутин // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. — Х.: ХУПС, 2014. — Вип. 4(41). — С. 73 — 76.

Поступила в редколлегию 22.09.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.Т.Кононов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## ОСОБЛИВОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК І ПОКАЗНИКІВ ЗРАЗКІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ Й ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Г.І. Лагутін

Розглядаються особливості обґрунтування технічних характеристик і показників якості електротехнічних засобів, які входять до складу систем електропостачання комплексів озброєння й військової техніки. Для виявлення взаємозв'язку параметрів і характеристик систем електропостачання пропонується використовувати математичний апарат теорії графів.

**Ключові слова:** електротехнічні засоби, системи електропостачання, тактико-технічні характеристики.

## FEATURES OF JUSTIFICATION OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT COMPLEXES POWER SUPPLY SYSTEMS ELECTROTECHNICAL MEANS SAMPLES CHARACTERISTICS AND INDICATORS

G.I. Lagutin

The features of justification of technical characteristics and quality indicators of electrical electrotechnical means which are a part of armament and military equipment complexes power supply systems are examined in the article. It is suggested to use the graphs theory mathematical apparatus for the identification of power supply systems parameters and characteristics interrelation.

**Keywords:** electrotechnical means, power supply systems, tactical and technical characteristics.