

# СПОСОБ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЯ КОНСТРУКТИВНОЙ ОРГАНИЗОВАННОСТИ ОБРАЗЦОВ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;  
С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрен подход к расчету коэффициента конструктивной сложности изделия, с учетом его комплексной структуры. Вводится понятие показателя конструктивной организованности.

*Ключевые слова:* объект, изделие, образцы техники

Любой «составной» технический объект, представляющий собой совокупность отдельных частей, может быть рассмотрен как некоторая «сложная техническая система» и в то же время как некоторый «комплексный» объект, отдельные части которого функционируют в тесном взаимодействии и составляют с некоторой точки зрения единое целое.

Сложность технического объекта может быть охарактеризована рядом признаков [1]:

- наличием большого количества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов;
- сложностью функций, выполняемых системой и направленных на достижение заданных целей её функционирования;
- возможностью разбиения системы на подсистемы, цели, функционирования которых подчинение общей цели функционирования всей технической системы;
- наличием управления, имеющего иерархическую структуру;
- наличием взаимодействия с внешней средой функционирования в условиях воздействия случайных факторов.

Отражение внутренних свойств сложных технических систем является иерархия и разукрупнение элементов. Полученные в результате разукрупнения элементы объединяются в классы, называемые уровнями разукрупнения.

Обычно вопрос разукрупнения проектируемого изделия заказчиком не рассматривается, а является прерогативой разработчика. Именно он в ходе решения практической задачи ставит вопрос о числе уровней иерархии будущего изделия. Однако неделимость любых реальных подсистем всегда условна, поскольку возможно постановка в ходе проектирования новых задач, не только допускающих, но и требующих дальнейшей детализации. Для заказчика этот вопрос важен, исходя из следующих соображений [2]:

- сложные технические объекты, которые эксплуатируются человеком, требуют разделения его на части, учитывающие возможности человека – оператора;

- разукрупнение позволяет организовать параллельную разработку, изготовление отдельных частей, что значительно сокращает сроки введения в эксплуатацию изделия в целом;
- низкий уровень разукрупнения изделия определяет показатели ремонтпригодности и готовности к применению по назначению.

Однозначно должны решаться вопросы ограничения габаритов образца и уменьшение стоимости его разработки.

Возможны различные способы разукрупнения технических объектов. Существующий подход по ГОСТ 26632-85 [3] предполагает оценку сложности изделия по числу и составу уровней разукрупнения. Пример разукрупнения прибора приемно-контрольного пожарного (ППКП), имеющего большое количество шлейфов сигнализации, показан на рис. 1. Структурное дробление конструкции по вышеописанному способу как по горизонтали, так и по вертикали будет зависеть от принятой конструктором композиции составных частей на каждом уровне иерархии, где несущие уровни (0 и 1) наиболее универсальны, а их конструкция мало зависит от назначения изделия. Второй и третий уровни – более специализированы (рис. 2).

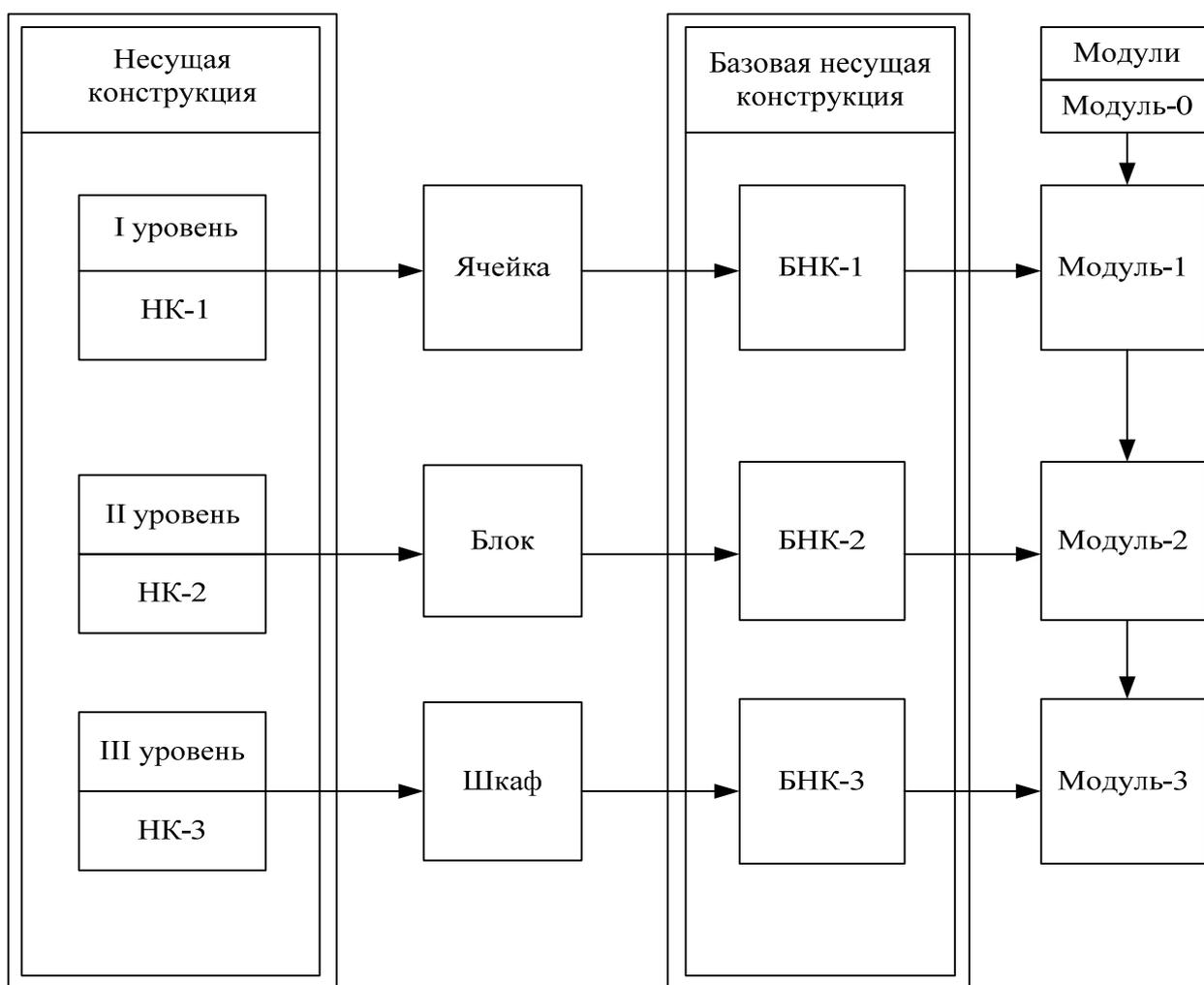


Рис.1: Уровни разукрепления ППКП

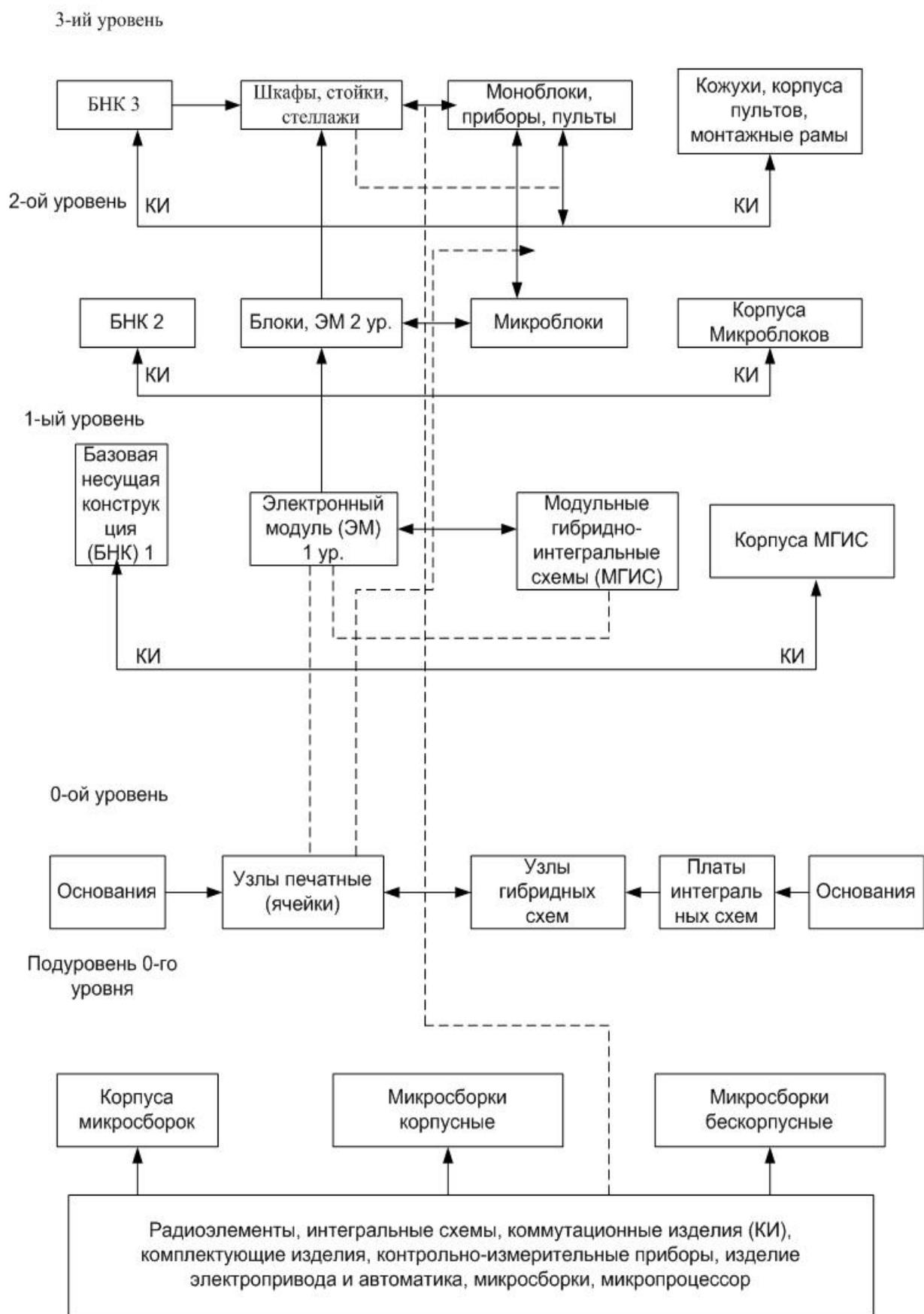


Рис. 2. Уровни разукрупнения ППКП

Число уровней разукрупнения определит его конструктивную сложность. Для её оценки следует предполагать, что имеется сложное изделие, у которого все элементы специализированы и ориентированы на выполнение разных функций. При этом используются только необходимые функциональные узлы для обеспечения свойств, определяющих назначение изделия. Тогда коэффициент конструктивной сложности представляется в виде соответствующего количества информации об изделии:

$$K_{\text{сл}} = \frac{k \ln(N)!}{N}, \quad (1)$$

где  $k$  – постоянный коэффициент ( $k = 1,44$ );  $N$  – число элементов в изделии.

С другой стороны, при рассмотрении сложного изделия необходимо учитывать его структуру, под которой следует понимать количество элементов и связей между ними. Численно охарактеризовать это возможно посредством некоторого коэффициента  $K_c$ :

$$K_c = \frac{M}{N}, \quad (2)$$

где  $M$  – количество связей в изделии (информированные, энергетические, управляющие).

Исходя из этого, под показателем конструктивной организованности предлагается понимать структурное построение изделия, состоящего из элементов и связей между ними и учитывающее их взаимоотношение:

$$K_{\text{орг}} = K_{\text{сл}} \cdot K_c.$$

Для проверки работоспособности представленного способа расчёта показателя конструктивной организованности образца проведён расчёт абстрактного изделия ППКП. Исходя из анализа структурной схемы следует, что количество функциональных узлов  $N = 10$ , а количество функциональных связей  $M = 12$ . Тогда в соответствии с формулами

(1) и (2) коэффициент конструктивной сложности –  $K_{\text{сл}} = \frac{1,44 \ln(10)!}{10} = 0,387$ ,

а коэффициент –  $K_c = \frac{12}{10} = 1,2$ . В итоге численное значение показателя конструктивной организованности изделия  $K_{\text{орг}} = 0,387 \cdot 1,2 = 0,46$ .

Таким образом, из всех известных подходов к оценке конструктивной организованности, ориентированных на конкретные образцы техники, рассмотренный подход является наиболее обобщенным, ёмким и в то же время простым и универсальным. Он дает численные значения показателя конструктивной организованности в масштабе, удобном для комплексирования с другими базовыми составляющими при определении комплексного показателя технического уровня [4].

### Литература

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные подходы повышения эффективности разработок образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 220–226.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 231–233.

3. ГОСТ 26632-85. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально-конструктивной сложности. Термины и определения. URL: <http://www.rags.ru/gosts/gost/45875/> (дата обращения: 21.10.2017).

4. Анализ рисков поражения людей электрическим током и возникновения пожара в различных схемах электроснабжения здания / И.Л. Скрипник [и др.] // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. 2017. № 4 (166). С. 35–44.