

ВЫБОР ВАРИАНТОВ ОДНОРОДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ БОЛЬШОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Павловский И.С.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65
pavlovskiy@ipu.ru*

Аннотация: Доклад посвящен проблеме управления большими робототехническими комплексами различных классов гетерогенности. На основе анализа современных исследований в области робототехники выделен класс гетерогенности с изменяющимися функциями управления. Обозначена проблема однородного иерархического представления гетерогенных систем управления. Предложены варианты решения данной проблемы.

Ключевые слова: системная интеграция, целостность систем, гетерогенность систем управления, робототехнические комплексы и системы.

Введение

Перспективы развития роботов предполагают создание больших и многообразных по структуре и функциям робототехнических систем управления. Опираясь на положения теории систем многообразия (гетерогенность) таких систем управления можно рассматривать в следующих аспектах: гетерогенность внешней среды, гетерогенность структур (подсистем), гетерогенность элементов, гетерогенность связей между элементами, гетерогенность свойств элементов.

Гетерогенность связей между элементами системы управления во многом зависит от свойств этих элементов, которые также могут быть гетерогенными. Необходимо отметить, что данный аспект гетерогенности в настоящее время не находит должного внимания в научном сообществе в силу его слабой концептуальной проработанности.

В общем смысле под гетерогенностью в этом случае понимается способность (готовность) каждого робота (как элемента управления) перейти к одной из функций управления (измерительной, контрольной, выработки управляющего воздействия, исполнительной) в зависимости от изменяющейся обстановки в процессе управления. То есть, предполагается, что в каждом элементе системы управления потенциально заложена возможность выполнения нескольких функций управления.

Принципиальная особенность гетерогенной робототехнической системы управления (ГРТСУ) рассматриваемого класса гетерогенности заключается в возможности полного перестроения структуры таких систем управления. Вариантов таких перестроений может быть достаточно большое количество. Заранее оценить системность (целостность) возможных вариантов систем управления достаточно сложно даже для небольшого количества элементов. Для больших систем сделать это практически невозможно. Это означает, что оценка целостности построенной системы управления должна проводиться «внутри» системы управления в режиме реального времени.

Таким образом, в условиях изменения взаимосвязей между элементами в ГРТСУ важно обеспечить ее целостность как главное системообразующее свойство (закономерность), присущее любой системе.

1 Оценка целостности ГРТСУ

Суть целостности системы заключается том, что объединенные в систему элементы (части), как правило, утрачивают часть своих свойств, присущих им вне системы. Кроме того, элементы (части), попав в систему, могут приобрести новые свойства [1]. При этом отметим, что целостность всей системы обеспечивается существованием четких связей между элементами, сближение которых делает их совершенно необходимыми друг для друга в интересах системы [2].

В теории систем закономерность целостности рассматривается в тесной связи с закономерностью иерархичности, согласно которой наряду с первичностью системы как целого над ее элементами утверждается и принципиальная иерархическая организация системы [3].

Таким образом, целостность проявляется в системе в иерархических связях между элементами, в которых отсутствуют противоречия.

Оценить целостность структуры такой разнородной системы как ГРТСУ возможно только в том случае, если структура ГРТСУ представлена однородными элементами и связями. В связи с этим актуальной является задача поиска однородных элементов и связей в ГРТСУ для формирования ее однородной иерархической структуры.

2 Элементарная система управления

Для решения поставленной задачи с точки зрения системного подхода в качестве системообразующего конструктивного элемента структуры ГРТСУ может быть рассмотрена элементарная система управления (ЭСУ). В ходе исследований определений основных понятий из общей теории управления [4] выявлены концепты управления, которые составляют содержательную основу ЭСУ (рис. 1).

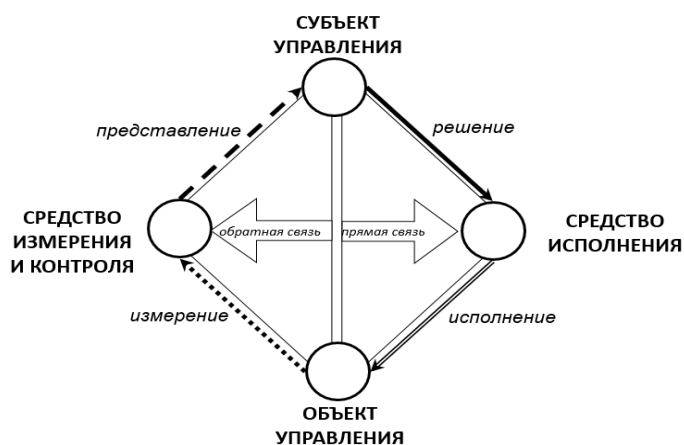


Рис. 1. Концептная модель ЭСУ

Так как по своей сути концептная модель ЭСУ представляет собой циклический граф, построить иерархическую структуру ИРТСУ на основе интеграции таких моделей, не представляется возможным.

3 Варианты однородных моделей ЭСУ

Исходя из сказанного, требует решения задача преобразования разнотипных концептов ЭСУ в однородные элементы и связи управления.

Автором рассмотрены четыре варианта решения данной задачи.

1. Введение однородной связи «воздействие», которая направлена к элементу «объекту управления» от других элементов управления.

2. Разрыв цикла управления путем исключения связи между элементами «объект управления» и «средство измерения и контроля».

3. Введение однородной связи «главный», которая направлена от элемента «субъект управления» к другим элементам управления.

4. Изменение направления связи между элементами «объект управления» и «средство измерения и контроля».

4 Сравнительный анализ вариантов однородного моделирования структуры ЭСУ

Для проведения сравнительного анализа предложенных вариантов использована методика структурно-топологического анализа [5].

В соответствии с данной методикой определяются следующие показатели структуры: структурная избыточность (R), структурная компактность (Q), централизация структуры (δ) и интегральный показатель (F_{Σ}).

Значение интегрального показателя рассчитывается в соответствии с выражением:

$$(1) \quad F_{\Sigma} = -k_1 R + k_2 Q + k_3 \delta,$$

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты важности показателей.

Для определения значений коэффициентов в выражении интегрального показателя (1) можно использовать различные способы.

Один из способов – полагать показатели равнозначными, тогда значения коэффициентов важности равны между собой: $k_1=k_2=k_3$. Другой способ позволяет определить значения коэффициентов важности методом экспертного оценивания. Результаты расчета интегральных показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения интегральных показателей оценки вариантов однородной структуры ЭСУ

Варианты	F_{Σ}^1	F_{Σ}^2
1	0,495	0,66
2	0,419	0,56
3	0,495	0,66
4	0,307	0,22

Сравнительный анализ интегральных показателей показывают, что наилучшими вариантами структуры однородной модели ЭСУ являются два варианта: 1 и 3, для которых значения интегральных показателей максимальны ($F^1_{\Sigma}=0,495$; $F^2_{\Sigma}=0,66$).

Заключение

Настоящая статья является результатом исследований автора на протяжении ряда лет (в том числе в смежных предметных областях) [6-8]. На пути к дальнейшему осмыслению и решению проблемы оценки целостности перспективных ГРТСУ в стоящее время решается ряд научных задач:

- доработка методика структурно-топологического анализа в части уточнения смысла и расчетных соотношений для определения количественных значений показателей оценки структуры ЭСУ;
- в контексте интеграции однородных моделей ЭСУ в единую иерархическую структуру ГРТСУ наряду с оценкой модели каждого варианта ЭСУ возникла необходимость оценки интегративных свойств этих моделей;
- для учета совместного влияния двух оценок – оценки исходной однородной модели и оценки интегрированной модели на выбор варианта однородной модели структуры ЭСУ целесообразно ввести обобщенный показатель для этих оценок;
- учет влияния на выбор варианта однородной модели ЭСУ содержательного (качественного) аспекта, исходя из возможности интерпретации смысла ГРТСУ на основе выбранного варианта однородной модели ЭСУ.

Успешное выполнение приведенных направлений исследований сделает возможным приблизиться к максимально возможной реализации в перспективных ГРТСУ одного из важнейших принципов существования любой системы – принципа гетерогенности.

Литература

1. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов/Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш.шк., 2004. – 616 с.
2. Марков Ю.Г. Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск: Наука, 1982. - 255 с.
3. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974.– 280с.
4. Теория управления. Терминология. Вып. 107. – М.: Наука, 1988. – 55 с.
5. Григан А.М. Управленческая диагностика: теория и практика: Монография /А.М. Григан. Ростов н/Д: Изд-во РСЭИ, 2009. 316 с.
6. Павловский И.С. Смысловая интеграция больших информационных ресурсов / Материалы 9-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2016, Москва). М.: ИПУ РАН, 2016. Т. 2. С. 428-433.
7. I.S. Pavlovskiy, The semantic models of large terminological texts, Proceedings of the 10th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD), 2017, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8109667>, DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109667.
8. I.S. Pavlovskiy, Hierarchical Structurization of the Terms Network for Integrity Evaluation of the Big Terminological Texts, Proceedings of the 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD), 2018. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551824>, DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551824.