

DOI:
**ОЦЕНКА ЦЕЛОСТНОСТИ ВАРИАНТОВ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ОДНОРОДНЫХ
МОДЕЛЕЙ 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: В докладе приведены результаты сравнительного структурно-топологического анализа вариантов интегрированных однородных моделей элементарных систем управления. В силу противоречивости этих результатов предложено использовать методический аппарата оценки целостности сложных систем. В процессе применения данного методического аппарата введен показатель неоднозначности. В результате выбран вариант с максимальным показателем целостности. Выбранный вариант является базовой структурной единицей для формирования единого однородного представления большой робототехнической системы управления.

Ключевые слова: системная интеграция, целостность системы, оценка целостности сложных систем управления, робототехнические комплексы и системы.

Введение

Настоящий доклад является развитием научных результатов, представленных в материалах конференции MLSD-2019 [1]. Содержание указанных результатов направлено на решение проблемы оценки целостности большой робототехнической системы управления (БРТСУ). С этой целью БРТСУ рассмотрена как совокупность большого количества элементарных систем управления (ЭСУ). Для интеграции ЭСУ в единое однородное представление БРТСУ предложено четыре варианта однородных моделей ЭСУ. Результаты сравнительного структурно-топологического анализа данных вариантов позволили выделить наилучший вариант.

Однако, учитывая необходимость интеграции однородных моделей ЭСУ в единую иерархическую структуру БРТСУ, наряду с оценкой непосредственно однородных моделей ЭСУ возникает необходимость оценки интегративных свойств этих моделей. Содержанием таких исследований является проведение сравнительного анализа структур, которые образуются в результате интеграции однородных моделей ЭСУ. Иными словами, необходимо провести оценку результатов интеграции каждого варианта однородного представления ЭСУ.

С точки зрения теории выбора вариантов [4] рассматриваемый подход можно охарактеризовать как «контекстный выбор», который учитывает более сложные отношения между вариантами (учет «влияния контекста»). Таким контекстом в рассматриваемом случае является интегрированное представление каждой однородной модели ЭСУ.

1 Структурно-топологический анализ интегрированных однородных моделей ЭСУ

Для оценки интегративных свойств вариантов однородных моделей ЭСУ опытным путем подобран состав элементов двух интегрируемых ЭСУ (рис. 1) таким образом, что бы в результате их интеграции были получены исходные данные для проверки чувствительности однородных моделей ЭСУ к возможным нарушениям целостности интегрированных моделей.

Для полученных интегрированных моделей проведен структурно-топологический анализ (таблица 1).

Таблица 1. Значения обобщенных показателей оценки вариантов интегрированных однородных моделей ЭСУ

Варианты	F^1_{Σ}	F^2_{Σ}
1	0,28	0,55
2	0,23	0,64
3	0,26	0,55
4	0,26	0,57

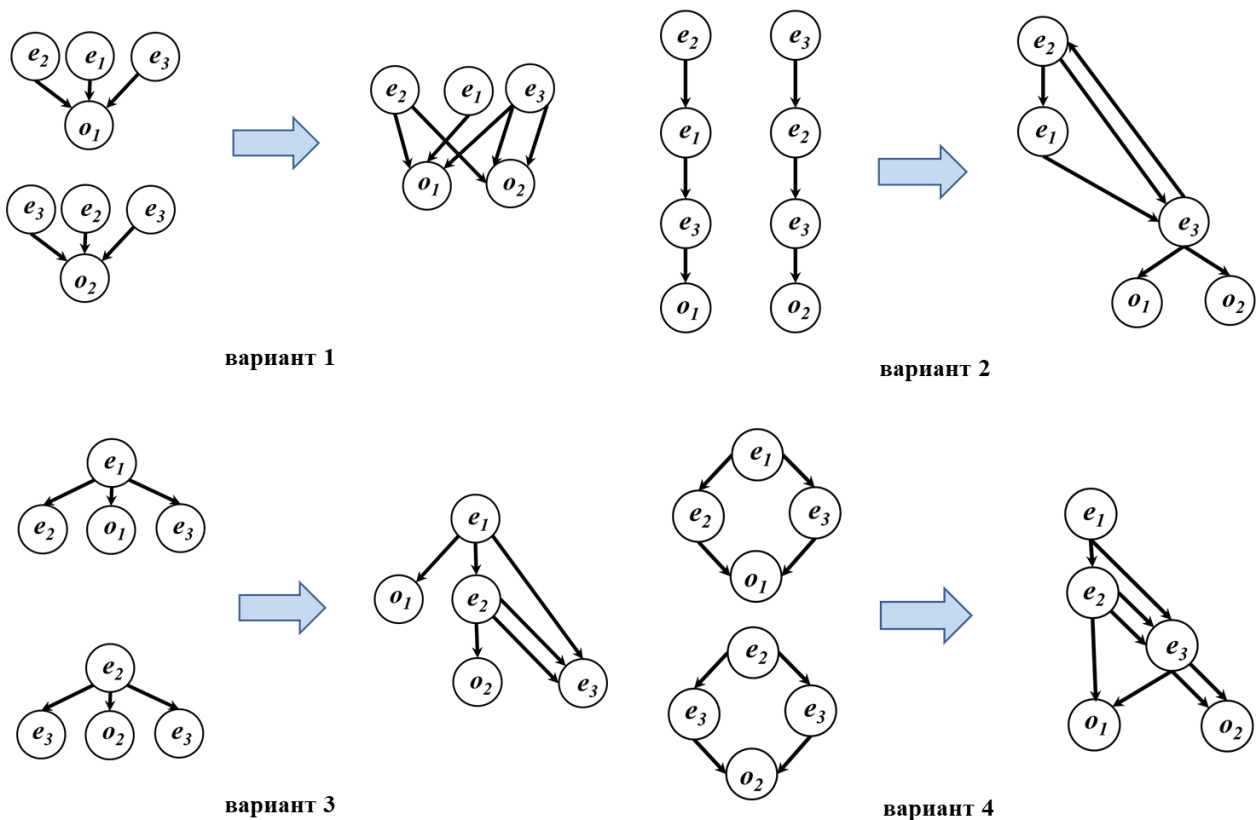


Рис. 1 Результаты интеграции однородных моделей ЭСУ

Сравнительный анализ обобщенных показателей демонстрирует, что наилучшими вариантами структуры интегрированных однородных моделей ЭСУ являются как вариант 2, так и варианты 1 и 3, для которых значения обобщенных показателей минимальны ($F1\Sigma=0,23$ и $F2\Sigma=0,55$ соответственно).

Таким образом, структурно-топологический анализ дает противоречивые результаты, содержание которых сводится к возможности выбора любого варианта однородной модели ЭСУ.

2 Использование методического аппарата оценки целостности систем

Для решения возникшей проблемы применен методический аппарат оценки целостности сложных систем [5].

В основе этого методического аппарата лежит вычисление значений трех показателей:

- показателя целостности;
- показателя фрагментарности;
- показателя противоречивости;

В процессе применения указанного методического аппарата для уточнения результатов оценки целостности введен новый показатель - показатель неоднозначности.

Показатель неоднозначности характеризует существование в структуре исследуемого объекта альтернативных путей, которые имеют общее начало и общий конец, но при этом внутренние элементы этих путей могут отличаться. Количественно показатель неоднозначности введен как отношение неоднозначных связей к общему количеству связей между элементами системы:

$$(1) P = \frac{N_P}{N_R},$$

N_P – количество неоднозначных связей между элементами системы. К числу неоднозначных связей относятся связи, которые образуют такие пути, у которые имеют общие начальные элементы (узлы) и общие конечные элементы (узлы), но при этом внутренние элементы (узлы) этих путей могут не совпадать;

N_R – общее количество связей между элементами системы.

Значение показателя находится в интервал $[0,1]$. Если неоднозначные связи отсутствуют, то показатель неоднозначности равен 0, если все связи неоднозначны, то показатель равен 1.

С учетом введенного показателя неоднозначности соотношение для расчета показателя целостности примет вид:

$$(2) Z = k_F(1 - F) + k_W(1 - W) + k_P(1 - P),$$

F - показатель фрагментарности;

W - показатель противоречивости;

P – показатель неоднозначности;

k_F - коэффициент фрагментарности;

k_W - коэффициент противоречивости;

k_P - коэффициент неоднозначности.

3 Расчет показателей целостности интегрированных однородных моделей ЭСУ

В результате применения методического аппарата оценки целостности сложных систем получены значения показателей для каждого варианта интегрированных однородных моделей ЭСУ.

Сравнительный анализ показателей целостности демонстрирует, что наилучшим вариантом структуры интегрированных однородных моделей ЭСУ являются вариант 1, для которого значение показателя целостности максимально ($Z=0,89$). Кроме того, по минимальному количеству уровней в структуре модели (рис. 1) также предпочтительнее выглядит вариант 1.

В обобщенном виде результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Значения показателей целостности и количество уровней структуры вариантов интегрированных однородных моделей ЭСУ

Варианты	Z	Количество уровней
1	0,89	2
2	0,61	4
3	0,78	3
4	0,67	4

Заключение

В результате проведенных исследований выбран вариант однородной модели ЭСУ. Выбор варианта основан на применении методического аппарата оценки целостности сложных систем, который в процессе оценки целостности интегрированных однородных моделей ЭСУ усовершенствован – введен показатель неоднозначности.

В дальнейшем выбранный вариант однородной модели ЭСУ послужит фундаментальной основой для создания единого однородного представления структуры БРТСУ.

Литература

1. Павловский И.С. Выбор вариантов однородного моделирования структуры большой робототехнической системы управления / Материалы 12-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2019, Москва). М.: ИПУ РАН, 2019. С. 1059-1062.
2. Теория управления. Терминология. Вып. 107. – М.: Наука, 1988. – 55 с.
3. Григан А.М. Управленческая диагностика: теория и практика: Монография /А.М. Григан. Ростов н/Д: Изд-во РСЭИ, 2009. 316 с.
4. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.—240 с.
5. Pavlovskii I.S., Parkhomenko P.P. Indicators, Models and Methods for Analysis and Estimation of Structures of Conceptually Connected Texts // Automation and Remote Control. 2018. Vol. 79, No. 9. С. 1630–1642.