

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ПРИ СТРУКТУРНОМ СИНТЕЗЕ

Печейкина М.А.¹, Раков Д.Л.²

¹*Национальный исследовательский университет «МЭИ»;*

²*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва, Россия*

Ключевые слова: критериальный выбор, техническое решение, морфологический подход, поддержка проектных решений, морфологический ящик.

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы выбора критериев при структурном анализе и синтезе технических решений. В качестве основы используется улучшенная модель морфологического ящика – улучшенный морфологический подход. При помощи предложенных процедур формируется морфологическое множество рациональных вариантов, среди которых впоследствии и производится окончательный выбор.

PECULIARITIES OF THE CHOICE OF CRITERIA BY STRUCTURAL SYNTHESIS

Pecheykina M.A.¹, Rakov D.L.²

¹*MEI National Research University;*

²*Blagonravov Institute of Mechanical Engineering
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Keywords: criteria choice, technical solution, morphological approach, design decision support, morphological box.

Abstract. The paper deals with criterion selection in structural analysis and synthesis of technical solutions. An improved morphological box model, the Improved Morphological Approach, is used as the basis. Using the proposed procedures, a morphological set of rational variants is formed, among which the final choice is subsequently made.

Для структурного синтеза новых технических решений на ранних этапах проектирования, как правило, используются эвристические и алгоритмические методы. Один из алгоритмических подходов – морфологический анализ базируется на комбинаторике [1, 2]. Как отмечает Крайнев А.Ф. «Современное конструирование немыслимо без составления и анализа альтернативных решений. Нельзя останавливаться на варианте схемы, компоновки, геометрии элементов, даже если на первый взгляд этот вариант представляется лучшим. Довольно просто получить варианты соединений и компоновок методами комбинаторики из ограниченного числа элементов, но при этом из-за большого числа вариантов их анализ очень сложен» [3]. В результате был разработан улучшенный морфологический подход, который базируется на методах принятия решений, комбинаторике и кластеризации [4, 5]. На первых этапах используется классическое формирование морфологической матрицы (ММ) (рис. 1). При критериальной генерации множества рациональных вариантов можно рассматривать следующие случаи:

- множество рациональных решений равно MMP;
- множество рациональных решений меньше MMP.

Морфологическая матрица
Число признаков 12
Число вариантов 207360

	Альтернативы				
	Options 1	Options 2	Options 3	Options 4	Options 5
Принцип формирования	Объединение материала	Прямое осаждение материала			
Используемый материал	Полимер	Керамика(бетон)	Металл	Стекло	Гибрид
Состояние материала	Твердый	Вязкопластичный	Жидкий		
Вид и форма материала	Гранулы	Листовой материал	Гель	Проволока	
Энергия для фиксации	Тепловое воздействие	УФ или видимый свет	Ультразвук		
Раскладка материала	Принтер	Робот			
Расплавление материала	Лазер	Электронный луч	Электрический ток		
Фиксация слоя	Есть	Нет			
Среда (Защитная атмосфера)	Нет	Разряжение, вакуум	Инертный газ		
Подогрев	Есть	Нет			
Дополнительная обработка	Термическая	Механическая	Химическая	Нет	
Структура	2 мерная	3 мерная			

Рис. 1. Морфологическая матрица (экранная форма)

В дальнейшем, для уменьшения множества перебираемых вариантов формируется множество критериев (рис. 2). Оценка всех вариантов в ММ выполняется с учетом важности критериев и альтернатив. Тем самым, решается задача снижения морфологического множества решений (ММР) (рис. 3).

Nr	Критерии	Вес, {0...100}
1	Масса детали	0,103
2	Себестоимость изготовления	0,263
3	Качество изготовления	0,0658
4	Стоимость оборудования	0,173
5	Долговечность	0,0905
6	Цена исходных материалов	0,165
7	Переработка	0,0741
8	КИМ	0,0656

Рис. 2. Множество критериев (экранная форма)



Рис. 3. Соотношение морфологического множества вариантов и рационального множества вариантов

В заключение можно сделать вывод о том, что использование критериального подхода позволяет уменьшить количество рассматриваемых ТР, тем самым снизить размерность задачи.

Список литературы

1. Zwicky F. Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach. – Toronto: The Macmillan Company, 1969. – 276p.
2. Rakov D. Okkam - Advanced Morphological Approach as Method for Computer Aided Innovation (CAI) // MATEC Web of Conferences. ICMTMTE 2019. 2019, vol. 298, p. 00120.
3. Rakov D.L. Superlight Re-entry vehicles // Space Technology. 2004, vol. 24, no. 4, pp. 237-243.
4. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. – М.: Машиностроение, 2003. – 384 с.
5. Pecheykina M.A., Rakov D.L., Sukhorukov R.Y. Structural synthesis and the search for new engineering solutions in the conceptual design phase // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020, vol. 49, no. 8, pp. 712-719.

References

1. Zwicky F. Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach. – Toronto: The Macmillan Company, 1969. – 276p.
2. Rakov D. Okkam - Advanced Morphological Approach as Method for Computer Aided Innovation (CAI) // MATEC Web of Conferences. ICMTMTE 2019. 2019, vol. 298, p. 00120.
3. Rakov D.L. Superlight Re-entry vehicles // Space Technology. 2004, vol. 24, no. 4, pp. 237-243.
4. Krainev A.F. Design ideology. – M.: Mechanical Engineering, 2003. – 384 p.
5. Pecheykina M.A., Rakov D.L., Sukhorukov R.Y. Structural synthesis and the search for new engineering solutions in the conceptual design phase // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020, vol. 49, no. 8, pp. 712-719.

Печейкина Марина Анатольевна – старший преподаватель	Pecheykina Marina Anatolievna – senior lecturer
Раков Дмитрий Леонидович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник rdl@mail.ru	Rakov Dmitry Leonidovich – candidate of technical sciences, senior staff scientist

Received 20.12.2022