

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Печейкина М.А.¹, Раков Д.Л.²

¹*Национальный исследовательский университет «МЭИ»;*

²*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г.Москва*

Ключевые слова: системный анализ, синтез технических решений, прототипирование, морфологический подход, морфологический ящик.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы улучшения технических решений на этапе синтеза технических предложений. Для решения задачи улучшения прототипов используется морфологический подход. В итоге увеличивается эффективность и обоснованность анализируемых решений и расширяется морфологическое пространство выбора. На выходе формируется множество рациональных вариантов как основа для последующего моделирования и параметрической оптимизации.

IMPROVING ENGINEERING SOLUTIONS WITH MORPHOLOGICAL APPROACH

Pecheykina M.A.¹, Rakov D.L.²

¹*MEI National Research University;*

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

Keywords: system analysis, synthesis of technical solutions, prototyping, morphological approach, morphological box.

Abstract. The article discusses improving technical solutions during the synthesis phase of technical proposals. A morphological approach is used to solve the problem of improving prototypes. As a result, the effectiveness and validity of the analyses increases and the morphological space of choice expands. The output creates many rational options as a basis for subsequent modeling and parametric optimization.

Процесс поиска новых технических решений (ТР) является процессом субъективным. Так у проектировщиков возникает психологический барьер – при нахождении первого приемлемого решения процесс поиска останавливается и работа идет с выбранным вариантом. Интуитивно понятно, что первое приемлемое решение не будет наилучшим, и поблизости могут располагаться более «лучшие» альтернативы. Психологи давно установили, что в таких ситуациях люди обычно подсознательно выделяют лишь один или несколько вариантов ТР, а об остальных "забывают" [1,2]. Так, Крайнев А.Ф. констатирует что «нельзя останавливаться на варианте схемы, компоновки, геометрии элементов, даже если на первый взгляд этот вариант представляется лучшим» [3]

Для устранения психологических барьеров может быть использован морфологический подход [4,5]. В морфологическую матрицу (рис. 1) заносится опорный вариант, который надо улучшить (рис. 2).

В дальнейшем генерируется некоторое количество вариантов, включенных в кластеры и строится морфологическое пространство решений (рис. 3) [6,7].

Сначала исследуются варианты технические решения кластера (рис. 4), в котором находится опорный вариант (рис. 5).

| | p1 | p2 | p3 | p4 |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| P ₁ | p ₁ ¹ | p ₂ ¹ | p ₃ ¹ | p ₄ ¹ |
| P ₂ | p ₁ ² | p ₂ ² | p ₃ ² | |
| P ₃ | p ₁ ³ | p ₂ ³ | p ₃ ³ | |
| P ₄ | p ₁ ⁴ | p ₂ ⁴ | p ₃ ⁴ | |
| P ₅ | p ₁ ⁵ | p ₂ ⁵ | | |
| P ₆ | p ₁ ⁶ | p ₂ ⁶ | p ₃ ⁶ | |
| P ₇ | p ₁ ⁷ | p ₂ ⁷ | | |
| P ₈ | p ₁ ⁸ | p ₂ ⁸ | p ₃ ⁸ | |

Рис. 1. Морфологическая матрица

| | p1 | p2 | p3 | p4 |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| P ₁ | p ₁ ¹ | p ₂ ¹ | p ₃ ¹ | p ₄ ¹ |
| P ₂ | p ₁ ² | p ₂ ² | p ₃ ² | |
| P ₃ | p ₁ ³ | p ₂ ³ | p ₃ ³ | |
| P ₄ | p ₁ ⁴ | p ₂ ⁴ | p ₃ ⁴ | |
| P ₅ | p ₁ ⁵ | p ₂ ⁵ | | |
| P ₆ | p ₁ ⁶ | p ₂ ⁶ | p ₃ ⁶ | |
| P ₇ | p ₁ ⁷ | p ₂ ⁷ | | |
| P ₈ | p ₁ ⁸ | p ₂ ⁸ | p ₃ ⁸ | |

Рис. 2. Опорный вариант в матрице

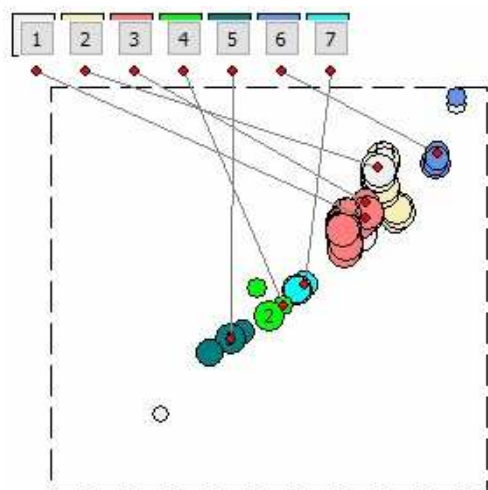


Рис. 3. Морфологическое пространство решений

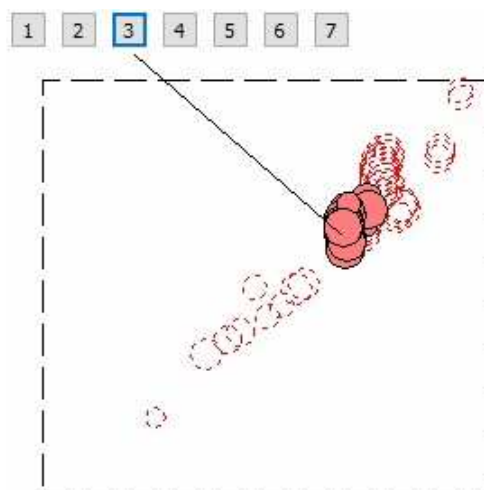


Рис. 4. Варианты ТР одного кластере

В случае если найденные варианты в данном кластере не позволяют существенно улучшить прототип, то принимается решение и исследуются другие кластеры (рис. 6). Целесообразно вести поиск в близлежащих кластерах постепенно расширяя поле поиска. Чем меньше мера сходства между опорным вариантами и сгенерированными, тем более оригинальными являются технические решения. С одной стороны это позволяет достичь высоких показателей технического уровня, так как технический уровень в большой мере определяется степенью нововведений. Но с другой стороны модификация исходного варианта может оказаться радикальной и неприемлемой по экономическим затратам. С опорным вариантом сравниваются другие технические решения, в том числе – сгенерированные идеальный и конвергентные варианты, выясняется возможность улучшения технического решения.

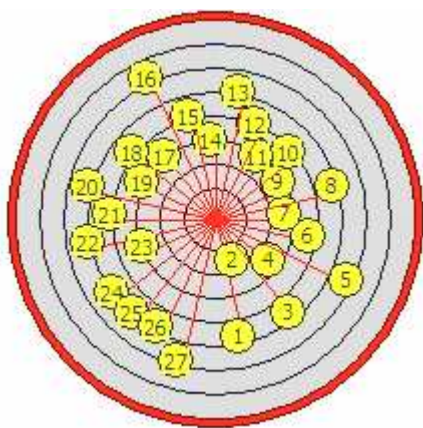


Рис. 5. Близлежащие варианты в кластере по отношению к опорному

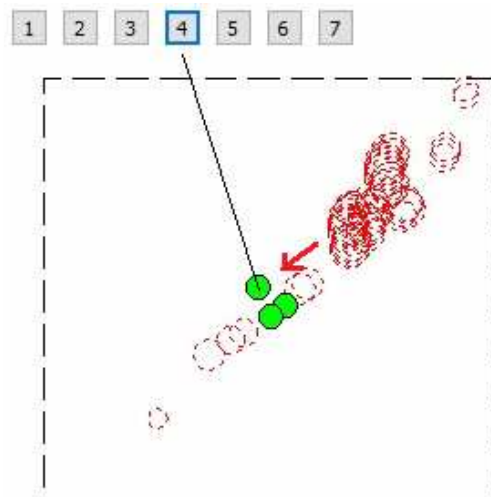


Рис. 6. Варианты ТР в близлежащем кластере

В заключение можно сделать вывод о том, что использование предложенного подхода на ранних стадиях проектирования позволяет сгенерировать, оценить и исследовать морфологическое множество вариантов. В частности достигается возможность провести поиск и оценку новых инновационных решений. В результате повышается обоснованность принимаемых решений, а также расширяется пространство выбора.

Список литературы

1. Гаспарский В. Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок. – М.: Мир, 1978. – 172 с.
2. Раков Д.Л. Структурный анализ и синтез новых технических систем на базе морфологического подхода. – М.: URSS, 2011. – 160 с.
3. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. М.: Машиностроение, 2003. 384 с.
4. Zwicky F 1969 Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach, Toronto: The Macmillan Company.
5. Ritchey T 2018 General morphological analysis as a basic scientific modelling method Technological Forecasting and Social Change, pp.81-91
6. Rakov D 2019 Okkam - Advanced Morphological Approach as Method for Computer Aided Innovation (CAI) MATEC Web of Conferences 298. ICMTMTE 2019, 00120.
7. Rakov D. Strukturelle Synthese und Analyse von innovativen technischen Systemen. Unique and Excellent Ingenieurausbildung im 21. Jahrhundert, 2000, pp. 388-395.

Сведения об авторах:

Печейкина Марина Анатольевна – ст. преподаватель, НИУ МЭИ, г.Москва;
Раков Дмитрий Леонидович – к.т.н., с.н.с. ИМАШ РАН, г.Москва.