

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРУЕМОГО МЕХАТРОНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

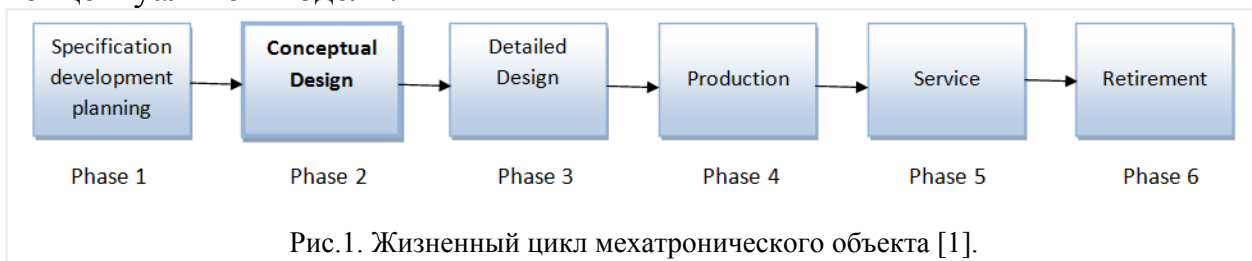
**Метлюк К.Н.**

Белостокский технический университет, Белосток, Польша

Создание концептуальной модели проектируемого мехатронического объекта является актуальной задачей для систем промышленного производства, которые обычно работают с современными системами САПР. В данной работе концептуальное проектирование понимается как процесс создания системной модели объекта, которая разрабатывается на ранней фазе его жизненного цикла и находится перед фазой детализированного проектирования [1], т. е. фазы создания конкретных математических моделей проектируемого объекта и реализации соответствующих расчётов (рис. 1).

Чтобы определить концептуальную модель мехатронической системы в системном базисе, необходимо описать: структуру системы; динамическое представление системы как единицы в её окружающей среде; окружающую среду, выполняемый ею процесс и взаимодействие между системой и средой; координатор системы и выполняемые им процессы координации (управления и проектирования); процессы, выполняемые подсистемами и общий процесс. Кроме того, концептуальная модель должна учитывать связанные описания подсистем мехатронического объекта разной природы, то есть механических, электромеханических, электронных и информационных подсистем.

Различные модели и методы математики и искусственного интеллекта не позволяют описывать мехатронические подсистемы с их взаимосвязями и характерными особенностями в общем формальном базисе, и в то же время описывать механизм межуровневой динамики подсистем проектируемого мехатронического объекта. Для решения проблемы, технология координации и символическая конструкция иерархических систем (ИС) [2-6] были выбраны в работе как информационный базис для создания концептуальной модели.



Согласно формальной модели ИС, мехатронический объект и его подсистемы описываются в агрегированной динамической форме  $\bar{w}^{\ell-1}$  с помощью динамических систем  $(\bar{\rho}, \bar{\varphi})$  [7], где  $\bar{\rho}^{\ell}$  и  $\bar{\varphi}^{\ell}$  являются реакциями и функциями перехода состояния уровня  $\lambda$  соответственно. Структурная

модель включает в себя агрегированные динамические реализации элементов нижнего уровня  $\bar{\omega}^{\ell-1}$  и их структурные связи  ${}_{\sigma}U^{\ell}$ :  $\sigma^{\ell} = \{S_0^{\ell}, \{\bar{\omega}^{\ell-1}, {}_{\sigma}U^{\ell}\}\} = \{S_0^{\ell}, \bar{\sigma}^{\ell}\}$ .

Как структурные  $\sigma^{\ell}$ , так и агрегированные динамические представления  $\bar{\omega}^{\ell-1}$  связаны координатором  $S_0^{\ell}$  ИС, который реализует межуровневые связи, выполняя задачи проектирования и управления на своих стратах отбора, обучения и самоорганизации. Численные и геометрические характеристики проектируемого объекта также представлены в формальном базисе ИС. Концептуальная модель САПР представлена моделью координатора  $S_0^{\ell}$  [4-6].

По сравнению с традиционными методами математики и искусственного интеллекта, предлагаемая концептуальная модель содержит связанные формальные описания структуры координируемого (проектируемого и управляемого) объекта, его агрегированное динамическое представление как единицы в окружающей среде и модель среды. Все описания связаны координатором, который выполняет задачи проектирования и управления на своих стратах. Кроме того, связанные описания подсистем мехатронического объекта разной природы (механических, электрических и информационных) также представлены в формальном базисе предложенной концептуальной модели. Включение динамических систем в качестве элементов концептуальной модели позволяет легко перейти к следующей стадии детализированного проектирования жизненного цикла мехатронических объектов (рис. 1). Будучи обобщением известных математических моделей, таких как дифференциальные уравнения, автоматы и алгебраические системы [7], динамическая система  $(\bar{\rho}, \bar{\varphi})$  легко конкретизируется на стадии детализированного проектирования. Примеры конкретизации концептуальной модели для различных случаев проектирования мехатронических объектов представлены в [6]. Переходя к конкретной модели, представленной в виде уравнения в пространстве состояний, функция перехода состояний  $\bar{\varphi}$  и реакция  $\bar{\rho}$  концептуальной модели  $(\bar{\rho}, \bar{\varphi})$  преобразуются в уравнения состояния  $x$  и выхода  $y$  соответственно.

1. Ullman D.G. The mechanical design process, 4th ed., McGraw-Hill, 2010.
2. Mesarovic M.D., Macko D. and Takahara Y. Theory of hierarchical multilevel systems, Academic Press, New York, NY, 1970.
3. Novikava S., Mialtiuk K., Gancharova S., Kaliada W. Aed construction and technology in design, 7th IFAC LSS Symposium, London, 1995, pp. 379-381.
4. Mialtiuk K., Kim Y.H., Kim K., Siemieniako F. Use of hierarchical system technology in mechatronic design, Mechatronics, 20(2), 2010, pp. 335-339.
5. Miatliuk K. Conceptual model in the formal basis of hierarchical systems for mechatronic design, Cybernetics and Systems, Vol. 46(8), 2015, pp.666-680.
6. Miatliuk K. Conceptual design of mechatronic systems, WPB, 2017.
7. Mesarovic M., Takahara Y. Abstract systems theory, Springer, 1990.