

# Компьютерная программа для эксплуатационной диагностики электромеханических систем на основе топологического подхода

С. П. Курилин<sup>1</sup>, А. М. Соколов<sup>1\*</sup>, Н. Н. Прокимов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ"»  
в г. Смоленске, Смоленск, Россия

<sup>2</sup> Университет «Синергия», Москва, Россия

\*andreisokol98@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются метод, математическая модель и компьютерная программа эксплуатационной диагностики электромеханической системы (ЭМС). В ходе эксплуатации ЭМС в результате эксплуатационного старения изменяются свойства параметрических матриц обмоток и, как результат, свойства векторного пространства ЭМС. Периодическое тестирование векторного пространства позволяет получить актуальные и достоверные сведения о текущем техническом состоянии ЭМС, о его изменениях в ходе эксплуатации и о рисках потери работоспособности. В качестве объекта исследования в статье рассматривается асинхронный электродвигатель (АЭД). Автоматизация процесса оценки текущего состояния АЭД, а также организация хранения информации о его состояниях на различных этапах жизненного цикла является актуальной задачей. Для ее решения на языке Python было разработано программное обеспечение (ПО), позволяющее осуществлять накопление эксплуатационной информации и производить оценку основных технических показателей АЭД. В основу работы данного ПО заложен топологический подход к диагностике, который основан на анализе токовых реакций обмоток ротора двигателя на импульсные воздействия фазных напряжений. Указанное ПО позволяет определять показатели темпа эксплуатационного старения изделия, вероятности сохранения работоспособности и остаточного ресурса изделия, получать доступ к историческим данным предыдущих диагностик, а также визуализировать динамику изменения указанных технических показателей в ходе эксплуатации. Разработанное ПО может быть использовано для повышения эффективности применения АЭД, планирования технологических и ремонтных работ.

**Ключевые слова:** эксплуатационная диагностика, Python, прогнозирование технических показателей, модель электромеханической системы, топологический подход

**Для цитирования:** Курилин С. П., Соколов А. М., Прокимов Н. Н. Компьютерная программа для эксплуатационной диагностики электромеханических систем на основе топологического подхода // Прикладная информатика. 2021. Т. 16. № 4. С. 62–73. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-62-73

# A computer program for electromechanical system operational diagnostics based on the topological approach

S. Kurilin<sup>1</sup>, A. Sokolov<sup>1\*</sup>, N. Prokimnov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

<sup>2</sup> Synergy University, Moscow, Russia

\* andreisokol98@gmail.com

**Abstract.** The paper presents a method, a mathematical model, and a computer program for the operational diagnostics of an electromechanical system (EMS). During EMS operation, service aging changes the properties of the parametric matrices of the windings and, as a consequence, the characteristics of the EMS vector space. Periodic testing of the vector space offers relevant and reliable data on the current health of the EMS, its changes during operation, and the risk of loss of function. The object of the study is an asynchronous electric motor (AEM). It is urgent to automate the process of assessing the current health of an AEM and to organize the storage of information on its states at different stages of its life cycle. To solve the problem, software (SW) for accumulation of information on AEM operation and for evaluation of its basic performance metrics has been developed in the Python programming language. The SW is based on the topological approach to diagnostics, which implies the analysis of the current responses of motor rotor windings to phase voltage pulses. The SW enables one to determine the rate of the service aging of an item, the probability of its survival and residual life, to obtain access to the history of previous diagnostics, and to visualize the in-service history of the above-mentioned performance metrics. The developed SW can be used to increase the AEM operation efficiency and to plan engineering or repair work; it can also be used as an information source for re-engineering and modification of existing AEMs. The described SW can be extended to perform operational diagnostics based on the topological approach of devices of various types. Also, this SW can be considered as a separate information component of the digital twin of a complex EMS, which will allow us to study the main indicators of its reliability, fault tolerance and operational efficiency at all stages of the life cycle.

**Keywords:** operational diagnostics, Python, prediction of performance metrics, electromechanical system model, topological approach

**For citation:** Kurilin S., Sokolov A., Prokimnov N. A computer program for electromechanical system operational diagnostics based on the topological approach. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2021, vol.16, no.4, pp.62-73 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-62-73

## Введение

В ходе эксплуатации электромеханических систем (ЭМС) в результате эксплуатационного старения изменяются свойства параметрических матриц обмоток и, как результат, свойства векторного пространства ЭМС. Периодическое тести-

рование векторного пространства ЭМС позволяет получить актуальные и достоверные сведения о текущем техническом состоянии ЭМС, о его изменениях в ходе эксплуатации и о рисках потери работоспособности. Предложенный в [1, 2] топологический подход является основой для разработки современных методов оценивания и диагностики