

# Компьютерная программа для моделирования показателей технического состояния электромеханических систем

С. П. Курилин<sup>1</sup>, А. М. Соколов<sup>1\*</sup>, Н. Н. Прокимнов<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](mailto:andreisokol98@gmail.com)

**Аннотация.** Статья направлена на решение задачи научного обоснования критериев и способов оценки технического состояния электромеханических систем на базе метода топологической диагностики. Представлены математическая модель и компьютерная программа для моделирования показателей технического состояния асинхронных электродвигателей (АЭД). В качестве данных показателей рассматриваются функции и матрицы Грина, а также матрицы отклонений. Основой программы является математическая модель АЭД с неускоренным ротором и неоднородными обмотками. Питание АЭД осуществляется от источника импульсных напряжений. Воздействие производится по различным направлениям векторного пространства электродвигателя с целью определения его характеристик и степени однородности. По реакциям объекта программа производит вычисление и анализ технических показателей для неповрежденного и поврежденного состояний АЭД. Компьютерная программа для математического моделирования показателей технического состояния АЭД была выполнена с использованием пакета символьных и числовых вычислений Maple, предоставляющего широкие возможности для математических исследований различного уровня. Приведено описание алгоритмического обеспечения программной реализации предложенной математической модели. Приведен пример использования программы для моделирования показателей серийного электродвигателя с заданными техническими характеристиками. В статье представлены результаты моделирования показателей объекта, соответствующих его различным эксплуатационным состояниям. В качестве данных состояний были взяты эталонное состояние, поврежденное состояние, характеризуемое изменением свойств векторного пространства в ходе длительной эксплуатации, а также предельное состояние, которому соответствует обрыв одной из фаз обмотки статора. Даны заключения по каждому из приведенных состояний электродвигателя.

**Ключевые слова:** электромеханическая система, математическая модель, показатели технического состояния, топологический подход, эталонное состояние, поврежденное состояние

**Для цитирования:** Курилин С. П., Соколов А. М., Прокимнов Н. Н. Компьютерная программа для моделирования показателей технического состояния электромеханических систем // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 2. С. 105–119. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-2-105-119

# Computer program for modeling of technical state indicators of electromechanical systems

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

\* sandreisokol98@gmail.com

**Abstract.** The article is aimed at solving the problem of scientific justification of criteria and methods for assessing the technical state of electromechanical systems based on the topological diagnostic method. Mathematical model and computer program for simulation of technical state indices of asynchronous electric motors (AEM) are presented. Functions and Green matrices, as well as deviation matrices, are considered as such indicators. The basis of the program is the mathematical model of the AEM with a non-accelerated rotor and non-homogeneous windings. AEM is supplied from pulse voltage source. The action is carried out in different directions of the vector space of the motor in order to determine its characteristics and degree of homogeneity. Based on the reactions of the object, the program calculates and analyzes technical indicators for intact and damaged states of the AEM. A computer program for mathematical modeling of the technical state indicators of the AEM was carried out using the Maple package of symbolic and numerical calculations, which provides extensive opportunities for mathematical studies of various levels. A description of a software implementation of the proposed mathematical model is given. An example of using a program to model the performance of a serial motor with specified technical characteristics is given. The article presents the results of modeling the object indicators corresponding to the object different operational states. A reference state, a damaged state characterized by a change in the properties of the vector space during long-term operation, as well as a limit state, which corresponds to a break in one of the phases of the rotor winding, were defined as these states. Conclusions on each of the given electric motor states are given.

**Keywords:** electromechanical system, mathematical model, technical condition indicators, topological approach, reference state, damaged state

**For citation:** Kurilin S., Sokolov A., Prokimnov N. Computer program for modeling of technical state indicators of electromechanical systems. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.2, pp.105-119 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-2-105-119

## Введение

Эксплуатационная диагностика как отдельный вид технического знания выделилась в последние годы в связи с резким повышением требований к состоянию и надежности технических систем. В отличие от другого вида диагностики – ремонтной, она имеет целью организацию эффективной и надежной эксплуатации технических

систем и охватывает теоретические основы, методы и средства определения и прогнозирования технического состояния объектов и систем [1–6]. Специфика вышеназванных видов технической диагностики определена различием их целей и задач. Задачей эксплуатационной диагностики является фиксация текущего технического состояния объекта и прогнозирование данного состояния на период его последующей эксплуатации.