

В.Е. Плюгин, канд. техн. наук

(Украина, Алчевск, Донбасский государственный технический университет)

ЭВОЛЮЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ

Основные успехи в теории электрических машин на всех ее этапах истории были тесно связаны с развитием математических моделей. Первый этап развития теории электромеханического преобразования энергии был связан с уравнениями установившихся режимов. Основные достижения в теории электрических машин в последние десятилетия достигнуты в создании математических моделей электромеханического преобразования энергии в динамических режимах[1].

Многообразие электромеханических преобразователей энергии повлекло за собой создание такого же количества математических моделей.

В данной работе делается попытка систематизировать знания в области математического моделирования, и предлагается рассматривать электромеханические преобразователи энергии с точки зрения их единого происхождения от обобщенной электрической машины. При этом трансформация конструктивных исполнений переносится на математические модели.

В свете вышесказанного становится очевидным, что дальнейшее развитие электрических машин связано с обобщением математических моделей, а также теорией эволюции электромеханических систем [2].

Принципы эволюции математических моделей

Предлагаемая к рассмотрению теория эволюции математических моделей предполагает инвариантность базовой модели к типу электрической машины. Приведем основные принципы эволюции математических моделей.

Принцип иерархии

Отправной точкой для расчетов электромагнитного поля являются уравнения Максвелла, которые обычно приводятся в дифференциальном виде. Зная картину поля, можно определить напряжения, токи, моменты, потери, электрические параметры электромеханических преобразователей (ЭП) в установившихся и переходных процессах. Таким образом, абсолютно все типы электрических машин возможно описать единой математической моделью.

Принцип наследования

В свете концепции объектно-ориентированного проектирования [3], иерархия ЭП представляется в виде дерева классов. Базовый класс содержит ха-

ракетные для всех ЭП признаки. Являясь виртуальным, он подтверждает физическую неосуществимость создания машин с обобщенными признаками. Более сложные классы–потомки, полученные из базового класса, наследуют какие-то или все родительские качества, добавляя к ним новые. Таким образом, порождаются конкретные типы существующих электрических машин, математическая модель которых также может быть получена путем наследования из базовой модели.

Принцип полиморфизма

Единожды созданная модель конкретного класса ЭП позволяет создавать готовые экземпляры электрических машин, повторно используя код базового класса для собственных нужд. Концепция имеет параллель в живой природе: ДНК можно рассматривать как базовый материал, из которого может быть создано любое существо. Каждый организм (электрическая машина) использует ДНК (математическую модель) для воспроизведения собственного вида. При этом повторное использование осуществляется через наследование.

Принцип генетического построения электромагнитной структуры

«Ген» – это материальный носитель информации, созданный природой, с помощью которого осуществляется передача наследственной информации в ряде поколений. Под это определение попадают и элементарные электромагнитные структуры естественного происхождения – движущийся заряд и микротокки. Ампера – «электромагнитные гены», свойства которых наследуются в произвольных электромагнитных структурах высшего уровня развития [2]. Связь математических моделей с генетическим развитием структуры ЭП позволяет проложить прямую взаимосвязь между расположением первичных источников поля, индивидуальных для каждого типа машин, и конкретной реализации ЭМПЭ.

Признаки эволюции математических моделей ЭП

Рассмотрим, каким образом осуществляется эволюция математических моделей на примере математической модели обобщенной электрической машины, составленной для двухфазной системы координат (рисунок). Уравнения движения в данном изложении не приводятся. Получим уравнения для трансформатора, асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и асинхронного двигателя с массивным ферромагнитным ротором.

Дифференциальные уравнения трансформатора могут быть получены из уравнений обобщенной машины, когда скорость вторичного элемента $\omega_r = 0$. Если угол между осями неподвижных обмоток 90° , то связь между ними отсутствует, поэтому можно электромагнитные процессы рассматривать независимо по осям α и β .

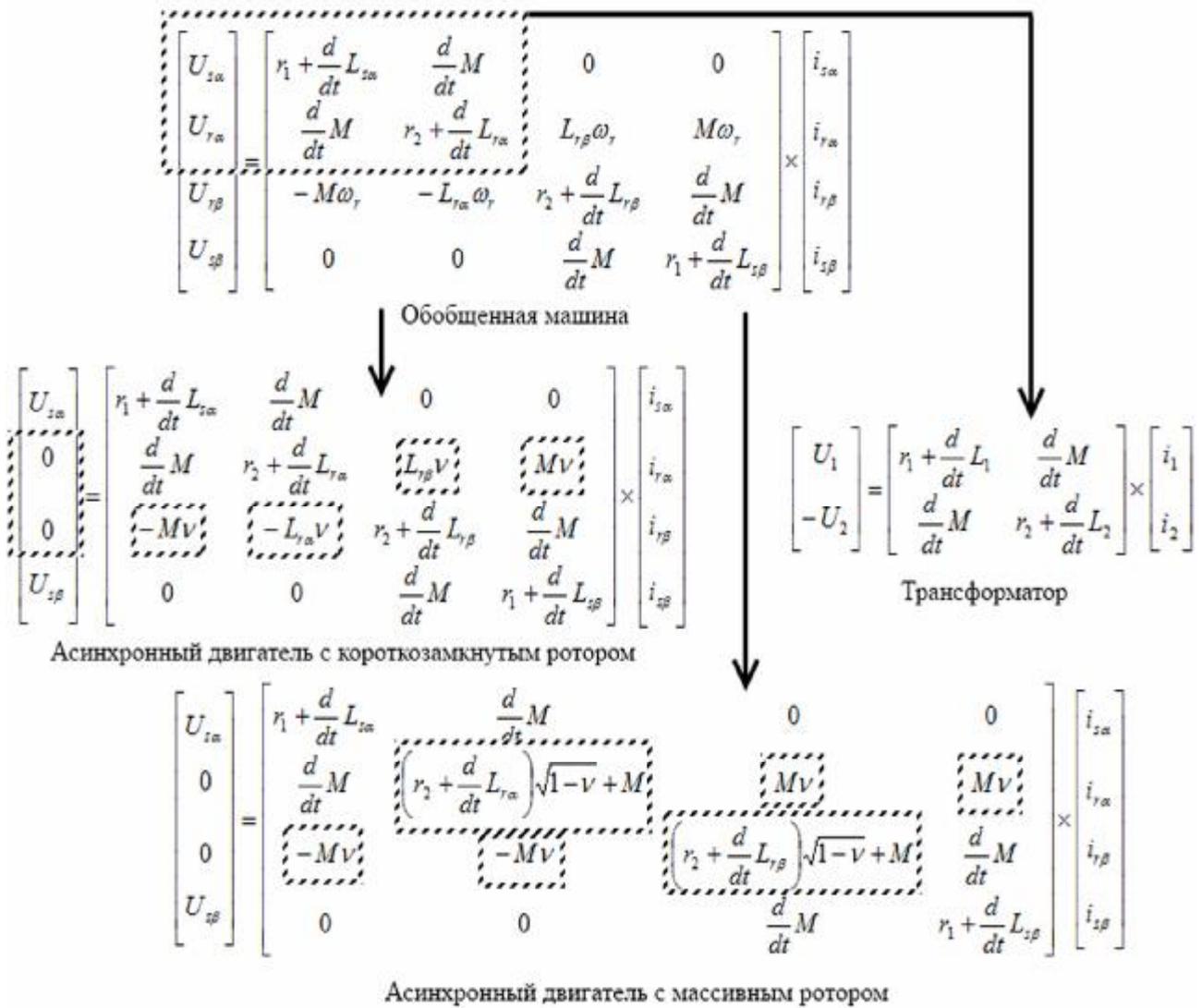


Схема эволюции математических моделей ЭМПЭ.

Для асинхронной машины с короткозамкнутым ротором напряжения по двум осям ротора $U_{r\alpha} = 0$ и $U_{r\beta} = 0$. Здесь $n = s = w_r - w_c$ – относительная скорость, где s – скольжение.

Асинхронная машина с массивным ротором характеризуется нелинейной зависимостью активного и индуктивного сопротивлений ротора от величины скольжения. Обычно такая зависимость аппроксимируется функцией \sqrt{s} .

Как видно из схемы, представленной на рисунке 1, прослеживается четкая наследственная связь между моделью базовой обобщенной машины и реализациями конкретных ЭП. Сопоставляя сходные и отличающиеся признаки таких моделей, можно провести аналогию между наследованием в объектно-ориентированном проектировании [4] и в математических моделях. Появляется возможность связать наследование конструктивных признаков ЭП с наследованием расчетной части, выраженной в математических моделях. При этом пропадает необходимость для существующего большого разнообразия ЭП разрабатывать отдельные модели и проверять их на адекватность. Пользуясь механиз-

мом наследования, модели каждой новой машины можно порождать от родительской к базовой.

Выводы

1. Объектно-ориентированное представление электромеханического преобразователя энергии характеризуется наследованием конкретного вида ЭП от базового класса, придерживаясь принципов иерархии, наследования, полиморфизма и генетической организации электромагнитной структуры.

2. Наследование конструктивных признаков ЭП неразрывно связано с трансформациями (мутациями), возникающими в сопутствующих математических моделях.

3. Определение признаков, которые сопровождают переход от обобщенной математической модели к математической модели конкретного ЭП, позволяет формировать не только структуры наследования первичных источников поля, но и соответствующие математические модели.

4. Дальнейшее развитие теории эволюции математических моделей ЭП позволит определить точную взаимосвязь между конструктивным наследованием ЭМПЭ, эволюцией электромеханических систем и механизмом наследования математических моделей. В свою очередь, это приводит к качественно новому подходу к проектированию и расчету ЭП.

5. Теория эволюции ЭМПЭ позволяет по первичным источникам поля классифицировать как существующие машины, так и предсказать признаки еще не созданных. Рассмотренные принципы эволюции математических моделей, также как и теория эволюции ЭМПЭ, применимы для описания как существующих ЭП, так и для находящихся на стадии прогноза.

Список литературы

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. – М.: Высш. шк., 2001. – 327 с.
2. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
3. Zablodsky N.N, Plyugin V.E. etc. Object oriented designing of electro-thermo-mechanical converters with optimum thermodynamic structure // Dunajvarosi Foiskola Kozlemeyei, № XXIX/1, 2007. – P. 193 – 200.
4. Заблодский Н.Н., Шинкаренко В.Ф., Плюгин В.Е., Гринь Г.М. Объектно-ориентированное проектирование электротепломеханических преобразователей // Техн. електродинаміка. – К.: // Техн. електродинаміка. – 2008.4.3. – С.100-112.
5. Куцевалов В.М. Вопросы теории и расчета асинхронных машин с массивными роторами. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 304 с.