

УДК 621.311

## **К ВОПРОСУ КОМПЬЮТЕРНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В MATLAB**

Кушнер Д.А.

Научный руководитель – Бадак Б.А., старший преподаватель

Электрическим приводом (ЭП), или сокращенно электроприводом, называют электромеханическую систему, состоящую в обобщенном виде из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств и предназначенную для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением [1]. Электроприводы являются важной частью технических систем, преобразующих электрическую энергию в механическую. Для проектирования и анализа работы электроприводов необходимо использовать математические модели, которые позволяют оценить их характеристики и поведение.

Моделирование как метод научного познания основан на изучении каких-либо объектов посредством их моделей [2]. Компьютерное математическое моделирование электроприводов представляет собой процесс создания абстрактных математических моделей, с их последующим исследованием и использованием компьютерных инструментов. Оно позволяет провести анализ работы электроприводов в различных режимах, оптимизировать их параметры и предсказать их поведение при изменении внешних условий.

Одним из самых мощных инструментов для компьютерного математического моделирования является программный пакет MATLAB. Он предоставляет широкие возможности для создания и анализа математических моделей различных технических систем, включая электроприводы. С его помощью можно численно решать уравнения, описывающие работу электроприводов, визуализировать результаты моделирования и проводить анализ их характеристик.

Процесс компьютерного математического моделирования электроприводов в MATLAB включает несколько этапов: описание математической модели, написание кода в MATLAB и визуализация результатов.

Рассмотрим пример компьютерного математического моделирования постоянного тока двигателя, который используется в гидравлических системах. Практическая значимость заключается в управлении различными механизмами, такими как гидронасосы или гидроцилиндры, что позволяет управлять наклоном жатки, открыванием и закрыванием захвата, а также другими функциями. Результаты исследования можно использовать на предприятии ОАО «Минский тракторный завод». Сельскохозяйственные

тракторы, производимые на МТЗ, обычно оснащены гидравлическими системами, которые управляют различными механизмами и устройствами на тракторе, такими как подъёмник или гидравлические привода.

Описание математической модели. Основные уравнения:

А) Уравнение двигателя:

$$Mэ = kэ \cdot iа$$

$$J = d\omega/dt = Mэ - Mн - Mд$$

Б) Электрические характеристики цепи:

Для постоянного тока двигателя можно использовать простую электрическую цепь, состоящую из источника постоянного тока и сопротивления якоря. Закон Ома применяется для определения тока якоря:

$$Vа = Rа \cdot iа$$

В) Уравнения управления:

$$e\omega = \omega_{зад} - \omega_{факт}$$

$$V_{ни} = Kр \cdot e\omega + Kі \cdot \int e\omega dt$$

$$V_{управления} = V_{вход} + V_{ни}$$

Таблица 1 – Результаты расчета тока постоянного двигателя

Параметр	Значение параметра
Сопротивление якоря, $Rа$	2 Ом
Момент инерции, $J$	0.1 кг · м <sup>2</sup>
Коэффициент пропорциональности, $kэ$	0.1 К · м/А
Входное напряжение, $V_{вход}$	12 В
Коэффициент пропорционального управления, $Kр$	0.5
Коэффициент интегрального управления, $Kі$	0.1
Желаемая скорость, $\omega_{зад}$	100 об/мин

Для разработки и реализации компьютерной модели многодвигательной системы электропривода в пакете программ MatLab воспользуемся приложением Simulink, а именно подкаталогом библиотеки блоков SimPowerSystems.

Для создания модели будут использованы следующие блоки: DC Machine (Двигатель постоянного тока), DC Voltage Source (Источник постоянного напряжения), Current Measurement (Измеритель тока), Voltage Measurement (Измеритель напряжения), Torque (Момент).

Эти блоки в Simulink SimPowerSystems обеспечивают широкие возможности для моделирования постоянного тока двигателя и его взаимодействия с другими элементами системы электропривода. Их комбинация позволяет создать комплексную модель многодвигательной системы электропривода для анализа и оптимизации работы системы.

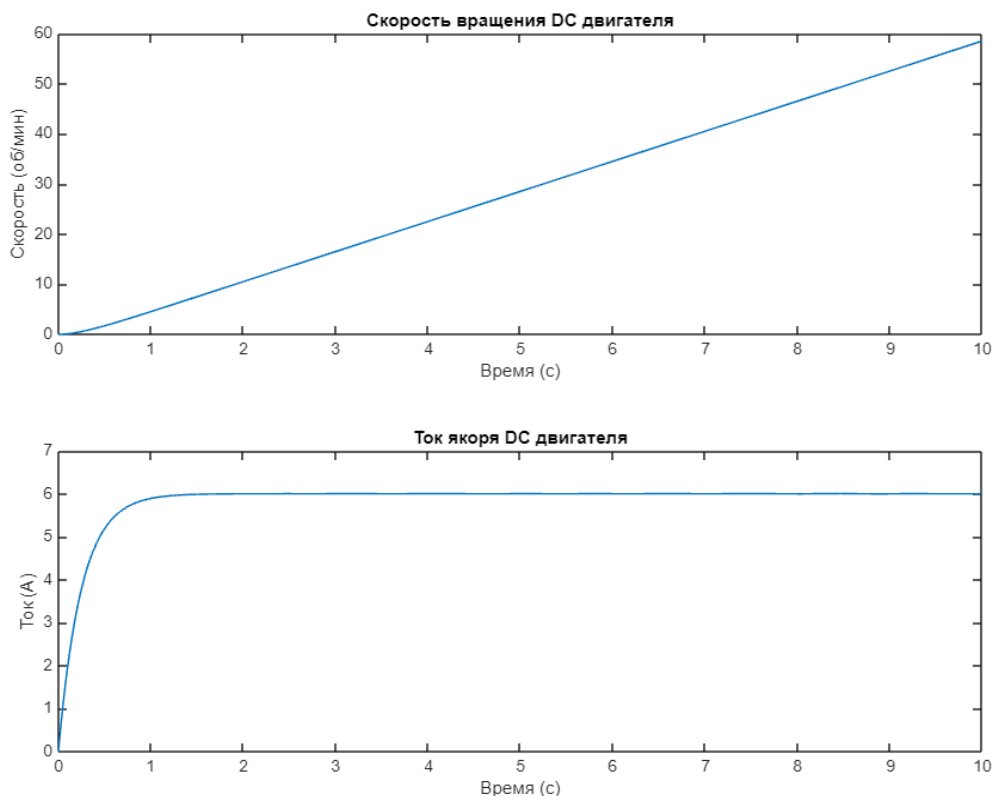


Рис.1. Графики результатов симуляции.

Компьютерное математическое моделирование электроприводов в Matlab является эффективным инструментом для исследования и оптимизации работы электромеханических систем. Оно позволяет проводить анализ различных аспектов работы электроприводов и принимать обоснованные решения по их совершенствованию. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на расширение модельного представления электроприводов и разработку новых методов анализа и оптимизации их работы.

### *Литература*

1. Шичков, Л. П. Электрический привод: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru/viewer/elektricheskiy-privod-538718#page/9>.
2. Бурулько Л.К. Математическое моделирование электромеханических систем: учебное пособие. Часть 1. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 11 с.