

## СЕКЦИЯ Г. ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

УДК 621.3

### МАЛОРАСПРОСТРАНЕННАЯ ФОРМА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ

Д. В. Комнатный

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

В технических университетах Республики Беларусь осуществляется подготовка инженеров по эксплуатации автоматизированного электропривода, электрического транспорта и другого электромеханического оборудования. Для специалистов в этих областях одинаково важна подготовка и по теоретической механике, и по теоретическим основам электротехники. К сожалению, в большинстве случаев эти дисциплины излагаются совершенно не связанными друг с другом. Это приводит, во-первых, к утрате наглядности при изучении основ теории электромагнетизма. Во-вторых, различные отрасли физико-математических наук искусственно разделяются непроницаемыми перегородками. Поэтому, в-третьих, связанный математическим подобием материал излагается в разных курсах параллельно, что выглядит неоправданным повторением.

Хорошо известна аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Но ее использование для устранения указанных недочетов осложняется тем обстоятельством, что теория колебаний является скорее ветвью прикладной математики. Выводы этой теории существуют на стыке многих естественных наук. Для демонстрации глубинной связи классической механики и классической электродинамики требуется более наглядный и конкретный тип аналогии. Такой аналогией является известная из работ Дж. К. Максвелла и Л. Больцмана аналогия между электрическими цепями и шестеренчатыми механизмами.

В доступной литературе эта аналогия изложена недостаточно полно. Поэтому в докладе рассмотрены электрические цепи как с индуктивной, так и с емкостной связью и аналогичный им дифференциальный механизм.

Методом уравнений Лагранжа второго рода можно показать, что движение дифференциального механизма и процессы в двух электрических контурах с индуктивной или с емкостной связью описываются системой дифференциальных уравнений вида

$$a_{11}\ddot{q}_1 + a_{12}\ddot{q}_2 + b_{11}\dot{q}_1 = \Psi_1,$$

$$a_{21}\ddot{q}_1 + a_{22}\ddot{q}_2 + b_{22}\dot{q}_2 = \Psi_2,$$

где коэффициенты  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{22}$  имеют смысл моментов инерции для дифференциального механизма, собственных и взаимной индуктивностей или собственных и взаимной емкостей для соответствующих контуров; коэффициенты  $b_{11}$ ,  $b_{22}$  – смысл коэффициентов трения или омических сопротивлений;  $\Psi_1$ ,  $\Psi_2$  – обобщенные силы. Обобщенные координаты  $q_1$ ,  $q_2$  являются углами поворота колес механизма, зарядами в индуктивно связанных контурах, напряжениями в контурах с емкостной связью.

Физический смысл этой аналогии по Максвеллу и Больцману состоит в том, что можно спроектировать механизмы, параметры движения которых аналогичны процессам во взаимосвязанных электрических контурах, и таким образом, основывать теорию электромагнетизма на учении о механическом движении. Однако при анализе более сложных цепей механизмы-аналоги становятся крайне громоздкими.

Рассмотрение описанной аналогии в современных курсах позволяет сохранить генетические, концептуальные и методические связи классической механики и максвелловой электродинамики. В ней продемонстрирована общность лагранжева подхода для весьма широкого круга физических явлений. Также из нее видно, что электродинамика, хотя и связана с механикой, но несводима к последней, и является теорией более высокого уровня. Описанная аналогия хорошо подходит для подготовки инженеров-электромехаников по причине ее большей простоты и наглядности.