

Тензорный метод и двойственные сети в электротехнике¹

ПЕТРОВ А.Е.

Развитие тензорного метода Крона на основе инварианта двойственности даёт закон сохранения потока энергии и методы расчёта цепей и сетевых моделей сложных систем с переменной структурой, включая электрические модели экономических систем.

Ключевые слова: тензорный метод, двойственность, электротехника

Kron tensor method development, based on dual invariance, provide flow energy conservation law and calculation methods of circuits and complex systems with variable structure network models, including electrical models of economic systems.

Key words: tensor method, dual invariance, electrical engineering

Существует проблема отражения реальности человеком для анализа, исследования и, в конечном счёте, развития жизни. Для этого вводят системы отсчёта координат, в которых числа отражают математическую «тень» реальности. При изменении координат меняются числа (компоненты, проекции), но не сама реальность. Хотя сама независимость объекта наблюдения от наблюдателя является одной из проблем измерений.

В математике ввели цилиндрические, сферические, криволинейные системы координат, в которых один объект имеет разные компоненты. Выбираемые контуры и пары узлов представляют электрические процессы в цепях. Вращающиеся системы координат связаны с ротором электрической машины. В экономике реальные потоки продуктов и денежных средств отражают в разных системах отчётности (планы счетов, вводимые международные стандарты финансовой отчётности, МСФО и т.д.). Понятию реального, измеримого объекта в математике соответствует понятие тензора.

Начиная с середины XIX в. тензоры стали использовать в механике при описании упругих деформаций. Первоначально тензорный анализ называли «абсолютное исчисление». Г. Риччи и Т. Леви-Чивита рассматривали тензорное исчисление как

составную часть дифференциальной геометрии. Термин «тензор» ввел В. Фойгт в 1898 г., хотя некоторые приписывают это А. Эйнштейну. Тензоры в электротехнике начал применять Г. Крон.

Суть тензорного метода состоит в признании инвариантности объекта в пространстве (вектора, многомерного объёма в геометрии; измеримой величины в физике, технике или экономике). Реальный объект существует независимо от субъективных систем координат наблюдателя, в которых объект представлен компонентами (измерен). Если компоненты при изменении координат преобразуются по линейным законам (матрицей преобразования базиса), то это признак измеримости объекта, который является тензором. Если тензор имеет ненулевые компоненты в одной системе координат, то он имеет ненулевые компоненты в любой системе координат. И, наоборот, если тензор имеет нулевые компоненты в одной системе координат, то он имеет нулевые компоненты в любой системе координат, т.е. реальный объект не исчезает при изменении координат и не возникает из ничего.

Обобщением понятия тензора является абстрактная система для процессов и структуры одного типа, а конкретные системы рассматриваются как её «проекции» в координаты, заданные структурой связей. Это позволяет создать математические сетевые модели в разных предметных областях.

¹ Исследования по сетевому моделированию экономических систем проведены при поддержке РФФИ, проект 07-06-00209.