

УДК 621.31

### 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Мешкова А.Н., Арутюнов М.А.

Научные руководители – к.т.н., доцент Новаш И.В., Климович П.И.

В данной работе продемонстрируем возможности использования 3D-моделирования в электротехнике на примере электрической цепи трехфазного переменного синусоидального тока (рисунок 1), приведем процесс создания таких моделей и сделаем вывод о целесообразности их применения.

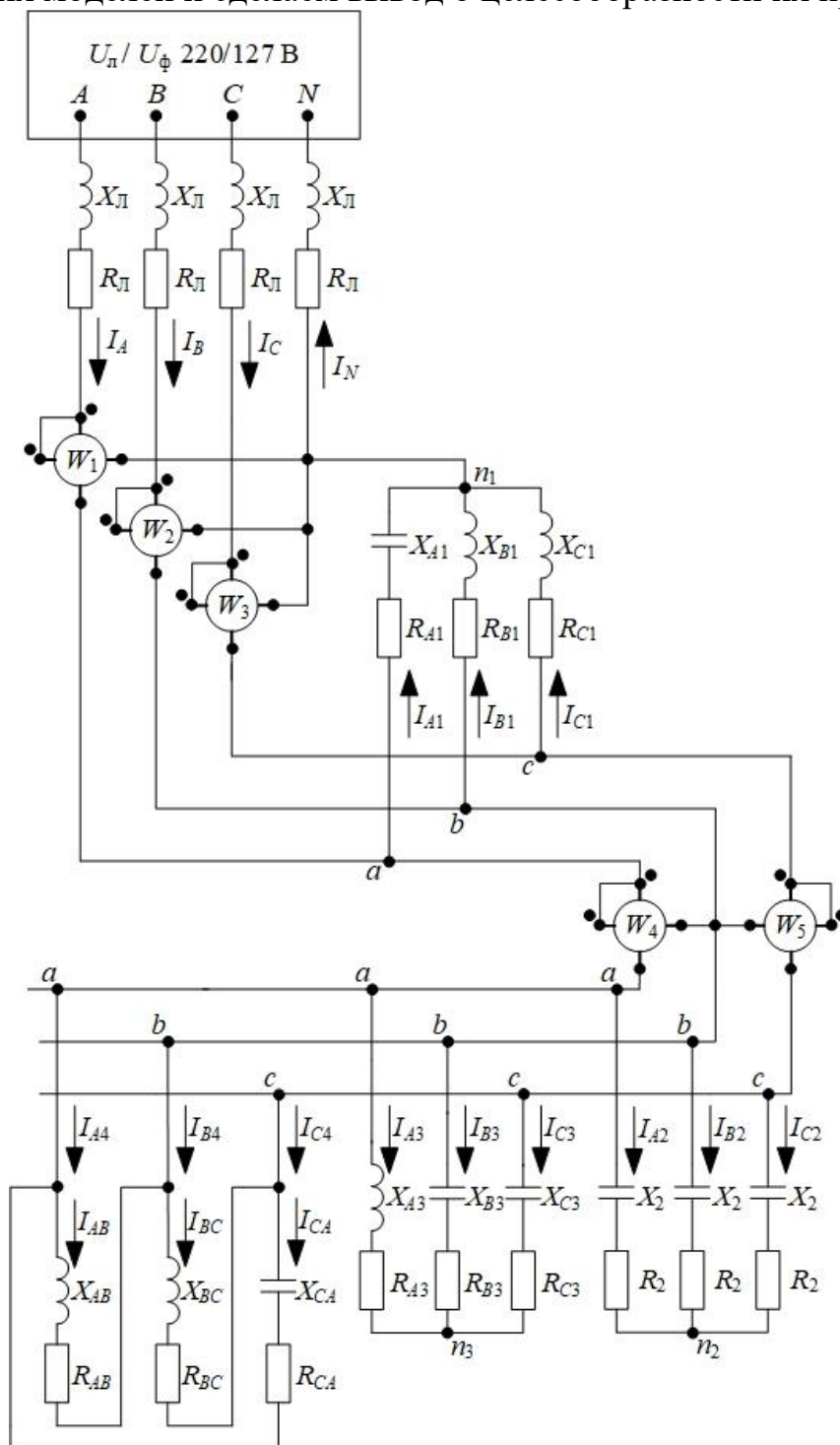


Рисунок 1 – Схема трёхфазной цепи

Что из себя представляет трёхфазная система и отметим её преимущества. Трёхфазная система состоит из трех электрических цепей или электрических схем (фаз), параметры режима (напряжение и ток) в которых сдвинуты во времени на  $120^\circ$  [1]. Отдельные фазы трехфазной системы согласно ГОСТ обозначаются (именуются) заглавными латинскими буквами *A*, *B* и *C* (основное обозначение), или цифрами 1, 2 и 3 (допустимое обозначение), или заглавными латинскими буквами *R*, *S* и *T* (международное обозначение). Не имеет значения, какую из трех фаз именовать какой буквой *A*, *B* или *C*, существенным является их порядок следования друг за другом во времени. Прямым порядком следования фаз называется *A-B-C-A*, при котором параметры режима (напряжение и ток) в фазе *B* отстают от аналогичных параметров в фазе *A* на  $120^\circ$ , а в фазе *C* – опережают на  $120^\circ$ . При обратном порядке следования фаз *A-C-B-A* параметры режима в фазе *C* отстают от аналогичных параметров в фазе *A* на  $120^\circ$ , а в фазе *B* – опережают на  $120^\circ$ .

Если отдельные фазы системы работают изолировано и независимо друг от друга, то система называется несвязанной.

Основное свойство любых переменных функций в симметричной трехфазной системе состоит в том, что сумма их мгновенных значений в любой момент времени равна нулю.

Именно трехфазная система в электроэнергетике получила наибольшее распространение, так как она обладает рядом преимуществ перед системами с другим числом фаз. Перечислим ее достоинства:

– Передача энергии от генератора к потребителям трехфазным током наиболее выгодна экономически, чем при любом другом числе фаз. Например, по сравнению с двухпроводной системой достигается экономия проводов в два раза, соответственно уменьшаются потери энергии в проводах линии.

– Трёхфазная система позволяет технически просто получить круговое вращающееся поле, которое лежит в основе работы всех трехфазных машин (генераторов и двигателей).

– Элементы трехфазной системы (генераторы, трансформаторы, двигатели) просты по конструкции, надежны в работе, имеют хорошие массогабаритные показатели, сравнительно дешевы, долговечны.

– На выходе трехфазных генераторов имеется два уровня выходного напряжения – линейное и фазное, что позволяет подключать к такому генератору приемники с различными номинальными напряжениями.

Благодаря своим достоинствам трехфазная система применяется в электроэнергетике для производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Продемонстрируем переход от 2D к 3D на примере электрической цепи трёхфазного переменного синусоидального тока, рассчитанной при выполнении расчетно-графической работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (рисунок 1). Используя систему трехмерного проектирования КОМПАС-3D и применяя объемное отображение условно-графических элементов, соберём 3D-модель данной цепи (рисунок 2).

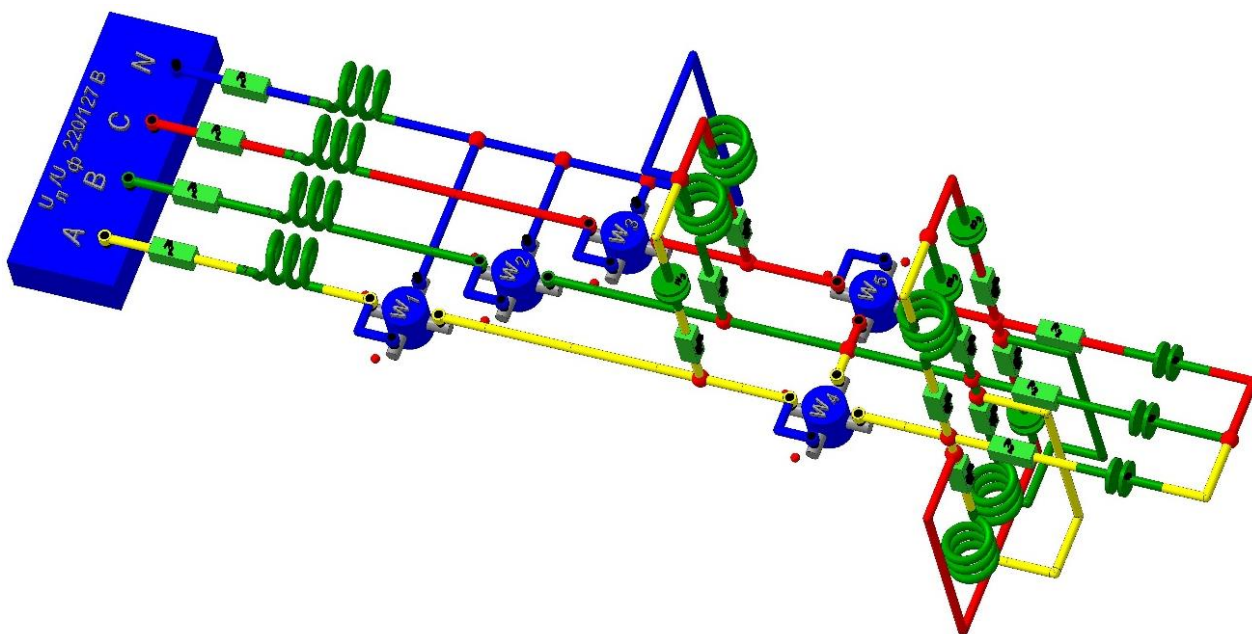


Рисунок 2 – 3D-модель трёхфазной цепи

Для оценки габаритов данной электрической цепи и приближения к действительности произведём замену условно-графических изображений реальных изделий (резисторы, катушки индуктивности, конденсаторы) их 3D-моделями. В качестве источника трехфазного переменного синусоидального тока используем трёхфазную розетку (рисунок 3), а для подключения потребителей электрической энергии – трехфазную вилку (рисунок 4). Для измерений мощности в цепи воспользуемся 3D-моделью ваттметра (рисунок 5).

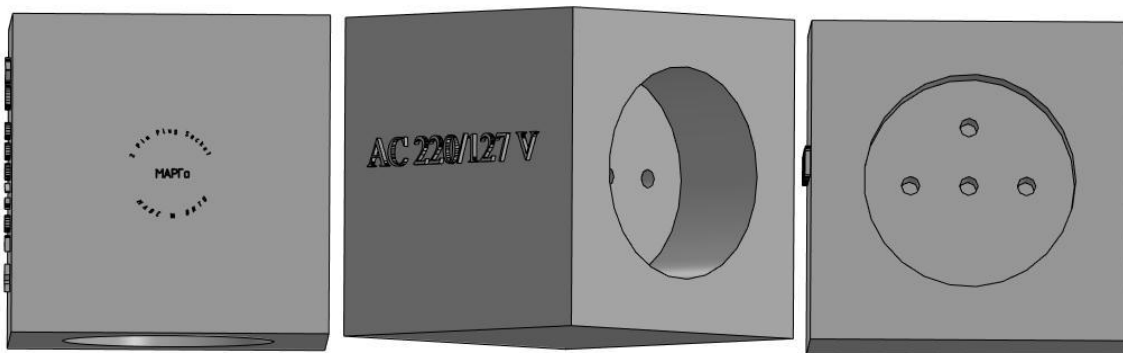


Рисунок 3 – 3D-модель трёхфазной розетки

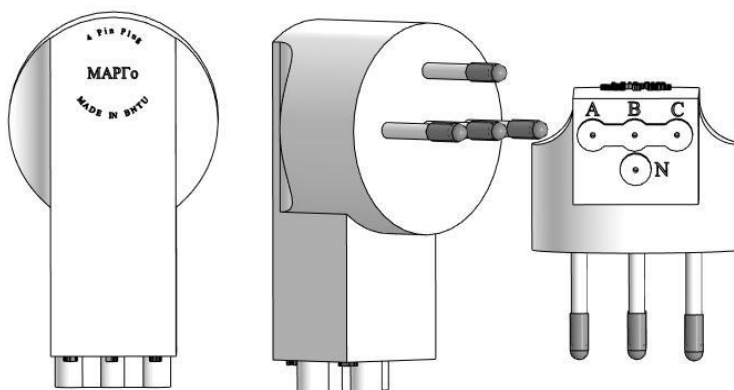


Рисунок 4 – 3D-модель трёхфазной вилки

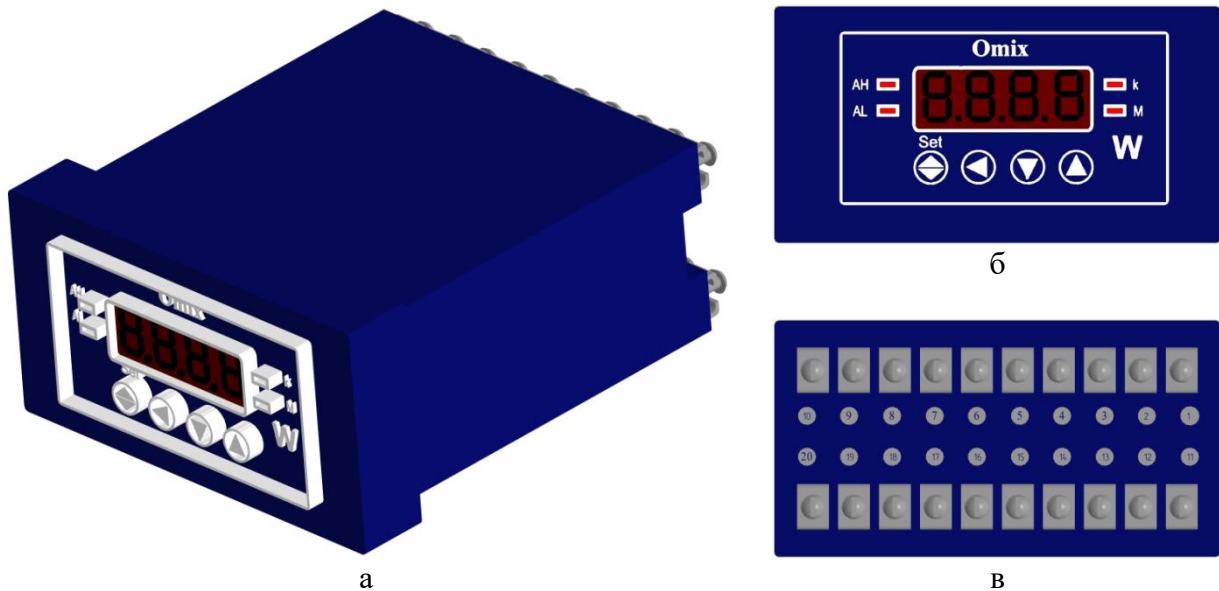


Рисунок 5 – 3D-модель ваттметра:  
а – внешний вид; б – лицевая панель; в – задняя панель

На рисунках 6 и 7 представлена схема электрической цепи (рисунок 1), собранная с использованием 3D-моделей реальных электротехнических изделий и приборов.

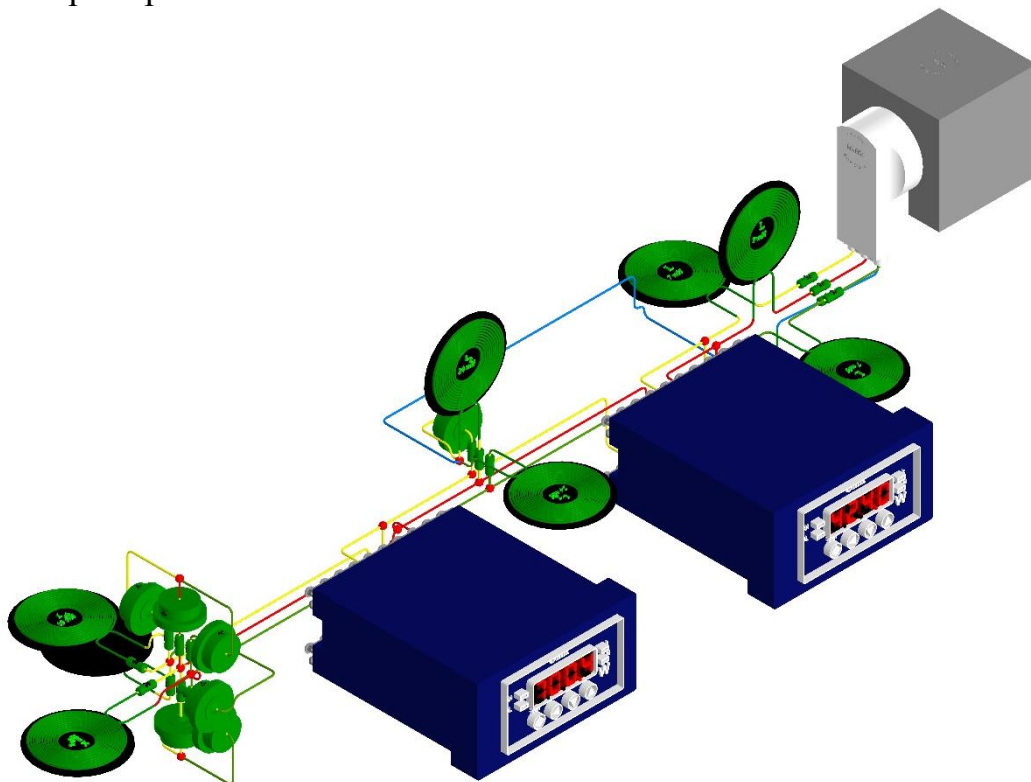
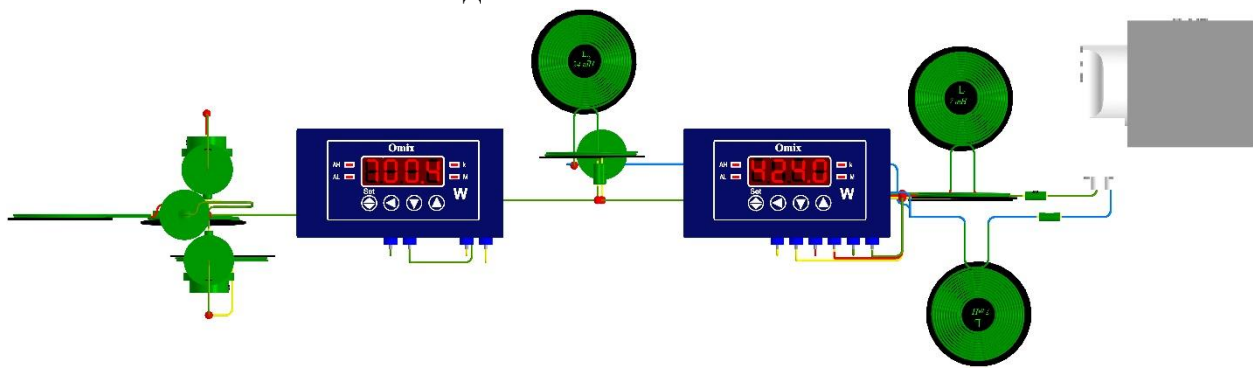


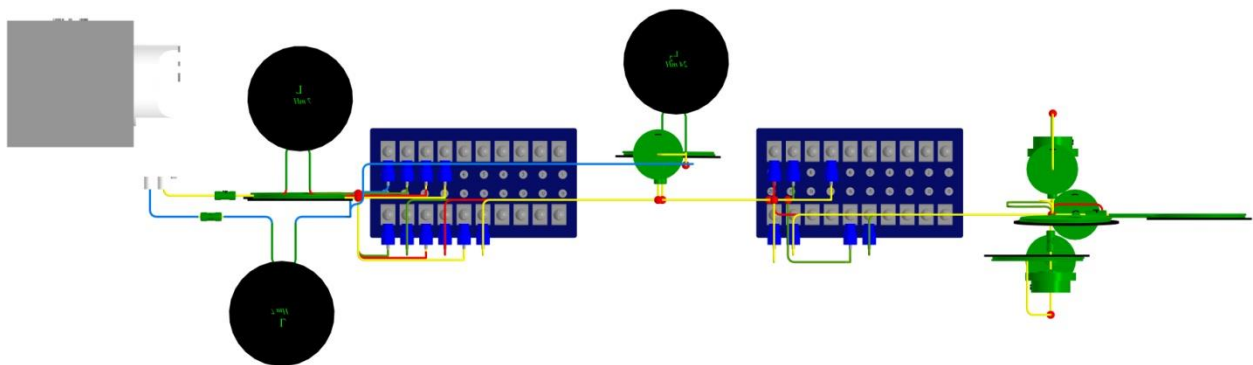
Рисунок 6 – 3D-модель трёхфазной цепи (вид сверху)

Такое представление схем наиболее информативно, зрелищно и наглядно. Используя 3D-модели реальных изделий есть возможность получить всю необходимую информацию об электрической цепи (размеры, номиналы элементов, их вид), привести её к самому удобному для восприятия виду, максимально приблизить её к реальности. 3D-моделирование – мощный

инструмент, который даёт возможность быстро и легко осуществлять поиск поставленных технических задач.



а



б

Рисунок 7 – 3D-модель трёхфазной цепи: а – вид спереди; б – вид сзади

### Литература

1. Мазуренко, А.А. Теоретические основы электротехники. Ч. 1. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов электротехнических специальностей / А.А. Мазуренко ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Электротехника и электроника». – Минск : БНТУ, 2013.