

## Список использованных источников

1. Киктенко, А. Место инженера-педагога в современном мире / А. Киктенко // MOTROL. – 2011. – № 13 А. – С.99–106.
2. Высшее образование. Первая ступень Специальность 1-08 01 01 Профессиональное обучение. Квалификация зависит от направления специальности: ОСВО 1-08 01 01-2013. – Минск: Министерство образования Республики Беларусь, печ. 2013 – 120 с.
3. Степанов, С.С. Популярная психологическая энциклопедия / С.С. Степанов. – М.: Эксмо, 2005. – 672 с.
- Синицина, И.А. Развитие креативных способностей студентов вузов гуманитарного профиля: концептуальные подходы / И.А. Синицина [и др.] // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 2.

УДК 517.518.45

### **О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ РАСЧЕТА ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

**Зайцева А.В.**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: к .п. н., доцент Якимович В.С.*

Аннотация:

Рассматриваются вопросы использования теории комплексных чисел для расчета цепей переменного тока. Показана межпредметная связь дисциплины «Математика» со специальными и общетехническими дисциплинами.

Учебная дисциплина «Математика» является фундаментом для изучения других общеобразовательных, инженерных и специальных дисциплин. Для специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (энергетический факультет) Белорусского национального технического университета в процессе изучения математики полученные знания по разделам «Комплексные числа» и «Функции

комплексного переменного» являются основополагающими для дальнейшего успешного изучения специальных и общетехнических дисциплин, например, электротехники. В частности, использование теории комплексных чисел дает возможность пользоваться законами, формулами и методами расчетов, применяющиеся в цепях постоянного тока, для проведения расчетов цепей переменного тока, упрощать различные расчеты, заменив векторно-графическое решение алгебраическими методами, рассчитывать сложные цепи, которые невозможно решить иным путем, упрощать расчеты цепей переменного и постоянного токов. Поэтому студенты данной специальности должны уметь не только переводить комплексное число из начальной формы в необходимую, находить аргумент и модуль комплексного числа, и комплексное число по модулю и аргументу, производить основные арифметические действия с комплексными числами, но и применять полученные знания на практике при решении профессионально ориентированных задач, например, при расчете цепей.

Самым распространённым током необходимым для работы электроприборов является переменный ток, который изменяется по синусоидальному закону. Так как именно при помощи синусоидального переменного тока работает большое количество электротехнических установок. В отличие от математики в электротехнике мнимая единица обозначается  $j$ , так как переменная  $i$  используется для обозначения тока. Основные характеристики электрических цепей переменного тока в комплексной форме представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики электрических цепей переменного тока в комплексной форме

Основные характеристики	Определение и формулы
Ток в комплексной форме	Комплексом действующего значения синусоидального тока (комплексом тока) является величина, модуль которой равен действующему значению тока, а аргумент начальной фазе:

	$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i), I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \dot{I} = Ie^{j\omega t}.$
Напряжение в комплексной форме	<p>Комплексом действующего значения синусоидального напряжения (комплексом напряжения) является величина, модуль которой равен действующему значению, а аргумент начальной фазе:</p> $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u), U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \dot{U} = Ue^{j\omega t},$ <p>где <math>u</math> – мгновенная значение напряжения, <math>U_m</math> – максимальная амплитуда напряжения, <math>\omega</math> — угловая частота, <math>t</math> – время, <math>\psi</math> – начальный фазовый угол, <math>\omega t</math> – электрический угол.</p>
Сопротивление в комплексной форме	<p>Комплексным сопротивлением называется комплексная величина равная отношению комплексного напряжения к комплексному току:</p> $\underline{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{Ue^{j\psi_u}}{Ie^{j\psi_i}} = \frac{U}{I} e^{j(\psi_u - \psi_i)} = Ze^{j\varphi}$ <p>где <math>Z</math> — модуль комплексного сопротивления, равен полному сопротивлению, <math>\varphi = \psi_u - \psi_i</math> — аргумент комплексного сопротивления, равен разности фаз между напряжением и током.</p>
Полная мощность в комплексной форме	<p>Полная мощность находится как произведение комплексного напряжения на сопряженную составляющую комплексного тока:</p> $\underline{S} = P + jQ = \underline{U} \cdot \dot{\underline{I}},$ <p>причем действительной частью выражения комплексной полной мощности будет активная мощность, мнимой частью будет реактивная мощность.</p>

Рассмотрим интеграцию комплексных чисел в электротехнические дисциплины на примере конкретной схемы с определенными значениями основных параметров.

Пусть нам дана электрическая цепь, изображенная на рисунке 1, подключена к сети переменного тока с действующим напряжением 100 В и частотой 50 Гц и имеет следующие численные значения параметров: активные сопротивления на резисторах  $R_1$  и  $R_2$ ; реактивное сопротивление на катушке  $X_L$ . Требуется определить токи

ветвей, напряжения на всех элементах, составить баланс мощностей [1, С.123]. Следовательно, анализ условия и рисунка показал, что в задаче нам даны следующие параметры:  $U = 100$  (В),  $R_1 = 40$  (Ом) и  $R_2 = 30$  (Ом),  $X_L = 40$  (Ом). Нам необходимо найти:  $I_1, I_2, I_3, U_1, U_2, U_3, P, Q, S$ .

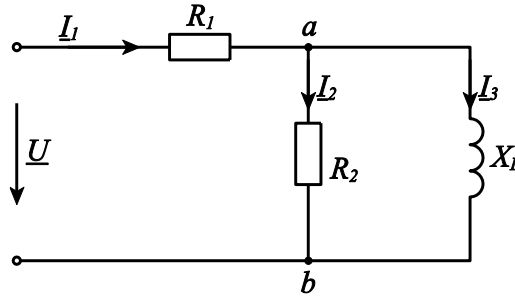


Рисунок 1 — Схема электрической цепи

Задачу начинаем решать с преобразования реальных параметров цепи в их символьные изображения в комплексной форме. Первым преобразуем источник питания. В примере задано действующее значение его напряжения, начальную фазу принимаем равной нулю, что позволяет записать напряжение в комплексной форме записи:  $\underline{U} = U \cdot e^{j0} = 100 \cdot e^{j0}$  (В).

Следующим шагом найдем полное сопротивление участка  $ab$ :

$$\underline{Z}_{ab} = \frac{R_2 \cdot jX_L}{R_2 + jX_L} = \frac{30 \cdot j40}{30 + j40} = \frac{30 \cdot 40 \cdot e^{j90}}{50 \cdot e^{j53,13}} = 24 \cdot e^{j36,87} \text{ (Ом)},$$

тогда полное сопротивление участка цепи будет равно:

$$\underline{Z}_{ax} = R_1 + \underline{Z}_{ab} = 40 + 24 \cdot e^{j36,87} = 40 + 19,2 + j14,4 = 59,2 + j14,4 = 60,93 \cdot e^{j13,7} \text{ (Ом)}$$

Ток в цепи можно определить по закону Ома:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_{ax}} = \frac{100}{60,93 \cdot e^{j13,7}} = 1,64 \cdot e^{-j13,7} \text{ (А)}.$$

Так как напряжение на участке есть произведение тока участка на его сопротивление, то получаем:

$$\underline{U}_1 = \underline{I}_1 \cdot R_1 = 1,64 \cdot e^{-j13,7} \cdot 40 = 65,65 \cdot e^{-j13,7} \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_{ab} = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_{ab} = 1,64 \cdot e^{-j13,7} \cdot 24 \cdot e^{j36,87} = 39,4 \cdot e^{j23,2} \text{ (В)}.$$

Находим токи в ветвях после разветвления:

$$I_2 = \frac{U_{ab}}{R_2} = \frac{39,4 \cdot e^{j23,2}}{30} = 1,31 \cdot e^{j23,2} \text{ (A)},$$

$$I_3 = \frac{U_{ab}}{jX_L} = \frac{39,4 \cdot e^{j23,2}}{j40} = 0,985 \cdot e^{-j66,8} \text{ (A)},$$

$$\underline{U}_{ab} = \underline{U}_2 = \underline{U}_3$$

Комплекс полной мощности на входе:

$$\underline{S}_{\text{вх}} = P_{\text{вх}} + jQ_{\text{вх}} = \underline{U} \cdot \underline{I}_1^* = 100 \cdot e^{j0} \cdot 1,64 \cdot e^{-j13,7} = 164 \cdot e^{j13,7} = 159,3 + j38,84 \text{ (ВА)},$$

$$S_{\text{вх}} = 164 \text{ (ВА)}.$$

Действительной частью выражения комплексной полной мощности будет активная мощность, потребляемая всей схемой:  $P_{\text{вх}} = 159,3 \text{ (Вт)}$ .

Мнимой частью будет реактивная мощность схемы:  $Q_{\text{вх}} = 38,84 \text{ (вар)}$ .

Для проверки результатов расчета необходимо составить баланс активных и реактивных мощностей. Эти балансы показывают, что активные и реактивные мощности на входе должны быть равны сумме соответственно активных и реактивных мощностей всех потребителей.

Активная мощность на входе определена, а активные мощности отдельных потребителей рассчитывают как произведение активного сопротивления участка на квадрат действующего значения тока этого участка. В рассматриваемой схеме два активных сопротивления:  $R_1$  и  $R_2$ .

Суммарная активная мощность нагрузки:

$$P_{\text{нр}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 = 1,64^2 \cdot 40 + 1,31^2 \cdot 30 = 107,584 + 51,483 = 159,1.$$

Реактивную мощность потребителей определяют как произведение квадрата тока реактивного элемента на его сопротивление. Причем мощность катушки индуктивности положительна, а конденсатора отрицательна.

Суммарная реактивная мощность всех потребителей:

$$Q_{\text{нр}} = I_3^2 \cdot X_L = 0,985^2 \cdot 40 = 38,809.$$

Таким образом, баланс активных и реактивных мощностей соблюдается:

$$P_{\text{вх}} \approx P_{\text{нр}}; Q_{\text{вх}} \approx Q_{\text{нр}}.$$

## Список использованных источников

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники: электрические цепи. Учеб. для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1978 – 528 с.

УДК 373.5:004

### **К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «КОМПЬЮТЕРНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**Зыгмантович Т.А., студент**

*Белорусский государственный педагогический университет*

*им. М. Танка*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Зенько С.И.*

Аннотация:

В статье обосновывается необходимость разработки учебных заданий для изучения темы «Компьютерное информационное 3D-моделирование», приводится пример учебного задания, а также приемы обучения учащихся с учетом идеи разработки моделей в редакторе трёхмерной графики Blender 3D Builder.

С недавних пор в школьный курс информатики введена тема «Компьютерное информационное 3D-моделирование». Актуальность трёхмерных информационных моделей обусловлена широким использованием и достаточной востребованностью таких моделей в современном мире. Такие модели позволяют лучше воспринимать объекты окружающего мира. Например, при сообщении прогноза погоды, для визуализации информации используются отображения туч, дождя, солнца и т.д.; в медицине при обследованиях встречаются ситуации, когда важно строиться 3D-модели органов пациента, так как именно они позволяют провести детальный осмотр человеческого органа и до операционного вмешательства изучить обна-