

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Варфоломеева О.С. Методы дифференциального исчисления в электроэнергетике // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2016. – № 11 (декабрь). – АРТ 164-эл. – 0,1 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

### **РУБРИКА: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 51-74**

**Варфоломеева Ольга Сергеевна**

студентка 2 курса, направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»

*Научный руководитель:* Дмух Г.Ю., к.п.н., доцент

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»

г.Владивосток, Российская Федерация

e-mail: [olya.varfolomeev@mail.ru](mailto:olya.varfolomeev@mail.ru)

## **МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

*Аннотация:* В статье, на примере простых и сложных задач, рассмотрено применение метода дифференциального исчисления в такой области технических наук, как электроэнергетика.

*Ключевые слова:* дифференциальное исчисление, производные, электроэнергетика, электричество.

**Varfolomeeva Olga**

2nd year student, training direction " Electric power industry and  
Electrical engineering "

Supervisor: G. Dmuh, PhD, Associate Professor

FGAOU VPO "Far Eastern Federal University"

Vladivostok, Russian Federation

e-mail: [olya.varfolomeev@mail.ru](mailto:olya.varfolomeev@mail.ru)

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

## METHODS OF DIFFERENTIAL CALCULUS IN POWER INDUSTRY

*Abstract:* In this article, the example simple and difficult task, deals with the application of the method of differential calculus in this field of engineering science, as electric power industry.

*Keywords:* differential calculus, derivatives, electric power industry, electricity.

В жизни человечества огромное значение имеет электроэнергетика. Весь прогресс человеческого общества непосредственно связан с улучшением материальных условий жизни и повышением производительности труда. Ежедневный социальный прогресс и научно-техническое развитие непременно сопровождаются увеличением потребления электрической энергии.

Энергия электричества широко используется в для приведения в действие различных механизмов, непосредственно в технологических процессах, на транспорте, в быту. На применении электрической энергии основана работа современных средств связи, радио, телевидения. Без электроэнергии невозможно развитие, как кибернетики, так и космической техники. Главной движущей силой создания крупного машинного производства, стала именно она. Электроэнергия может легко передаваться на большие расстояния и преобразовываться в другие виды энергии с малыми потерями.

Электроэнергетические задачи достаточно сложные и эту сложность можно объяснить тем, что:

- 1) процессы, протекающие в элементах системы в режимах аварии и обычных режимах, имеют высокую скорость и взаимосвязаны между собой;
- 2) в режимах аварии должна быть обеспечена надежность работы систем;
- 3) электроэнергетические системы сложны.

Если сравнивать электроэнергетические задачи с задачами в других областях науки, то можно выявить ярко выраженную практическую направленность. Для всех таких задач обязательно доведения результатов до конкретных чисел, графиков, таблиц, основываясь на которые можно делать выводы и принимать решения.

Именно поэтому электроэнергетика – это одна из отраслей, в которой широко используются различные математические методы. Одним из таких методов является решение электроэнергетических задач, в том числе и повышенной сложности, с помощью методов дифференциального исчисления.

Понятие производной известно всем еще со страниц школьных учебников, но мы воспользуемся более широким определением. Производная – это основное понятие дифференциального исчисления, показывающее скорость изменения функции, либо процесса, либо величины, как по времени, так и по другим параметрам. Производная определяется как предел отношения приращения функции к приращению ее аргумента, при этом приращение аргумента стремится к нулю.

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} \text{ или тоже, что } f'(x_0) = \frac{df}{dx}(x_0) = \frac{dy}{dx}$$

Рассмотреть применение производной предлагаем на примере нескольких задач, одни из которых входят в школьный и университетский курсы обучения, другие применяются на практике.

Первой предлагаем рассмотреть задачу о мгновенной величине тока.

Возьмем электрическую цепь с источником тока, в которой количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника за время  $t$  – это  $q=q(t)$ , измеряемое в Кулонах. То есть количество электричества, протекающее через рассматриваемое сечение за время от момента  $t_0$  момента  $t_1$  будет равно  $q(t_1)-q(t_0)$ . Исходя из этого, мы можем получить формулу:

$$I_{\text{cp}} = \frac{q(t_1) - q(t_0)}{t_1 - t_0} \quad (1)$$

Тогда, когда цепь подключена к источнику постоянного тока, мы используем формулу (1). В том случае, если подключен источник переменного тока, то вводится понятие мгновенной силы тока  $I_{\text{мгн}}$ . Мгновенной силой тока  $I_{\text{мгн}}$  в момент времени  $t$  называется предел к которому стремится средняя сила за время от  $t_1$  до  $t_0$  (2).

$$I_{\text{мгн}} = I'_{\text{cp}} = \lim_{t_1 \rightarrow t_0} \frac{q(t_1) - q(t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{dq}{dt} \quad (2)$$

Мы вывели формулу, с помощью которой, подставляя числовые значения, можно найти мгновенное значение силы тока в цепи переменного тока.

Рассмотрим еще одну физическую задачу.

Найти приращение тока, протекающего через резистор сопротивлением 100 Ом при напряжении 10В, если сопротивление увеличивается на 10 Ом, а напряжение поддерживается постоянным.

Для решения этой задачи нужно знать закон Ома для участка цепи  $U = IR$ . Из этой формулы следует, что

$$\Delta I \approx \frac{dI}{dR} \Delta R = -\frac{U}{R} \Delta R = -\frac{10}{10000} \times 10 = -0.01$$

Исходя из ответа, делаем вывод о том, что ток уменьшается примерно на 0,01А.

Задачи, представленные выше, относятся к разделу «Электричество» курса классической физики, в ней часто находят применения производные.

В качестве третьего примера возьмем электроэнергетическую практическую задачу. В этой задаче мы рассмотрим один из методов определения параметров Т-образной схемы замещения однофазного трансформатора по данным двух рабочих режимов. Будем использовать силовой двухобмоточный трансформатор и его классическую Т-образную схему замещения (см. рисунок 1)

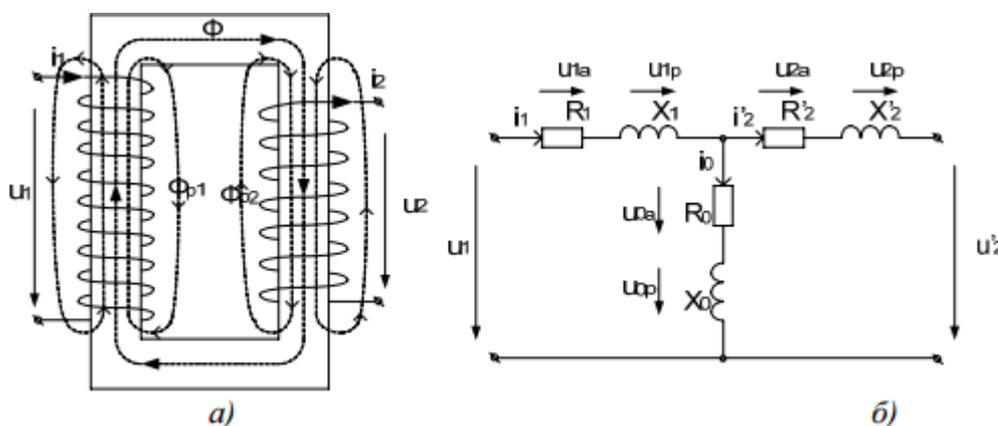


Рисунок 1 – а) функциональная схема двухобмоточного однофазного трансформатора, б) Т-образная электрическая схема замещения этого трансформатора.

Для решения этой задачи нужно записать схемы замещения трансформатора в виде дифференциальных уравнений. Выполнив это, мы получим систему с четырьмя независимыми уравнениями, в которых  $i_1(t_n)$  и  $i_2(t_n)$  – мгновенные значения первичного и вторичного токов,  $u_1(t_n)$  и  $u_2(t_n)$  – соответствующие этим токам напряжение, а  $\frac{di_1(t_n)}{dt}$  и  $\frac{di_2(t_n)}{dt}$  – производные от этих токов по времени. Из этих данных составим систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{1n1}(t_0) - u_{2n1}(t_0) = R_1 i_{1n1}(t_0) + L_1 \frac{di_{1n1}(t_0)}{dt} + R_2 i_{2n1}(t_0) + L_2 \frac{di_{2n1}(t_0)}{dt} \\ u_{1n1}(t_1) - u_{2n1}(t_1) = R_1 i_{1n1}(t_1) + L_1 \frac{di_{1n1}(t_1)}{dt} + R_2 i_{2n1}(t_1) + L_2 \frac{di_{2n1}(t_1)}{dt} \\ u_{1n2}(t_0) - u_{2n2}(t_0) = R_1 i_{1n2}(t_0) + L_1 \frac{di_{1n2}(t_0)}{dt} + R_2 i_{2n2}(t_0) + L_2 \frac{di_{2n2}(t_0)}{dt} \\ u_{1n2}(t_1) - u_{2n2}(t_1) = R_1 i_{1n2}(t_1) + L_1 \frac{di_{1n2}(t_1)}{dt} + R_2 i_{2n2}(t_1) + L_2 \frac{di_{2n2}(t_1)}{dt} \end{array} \right.$$

Для того чтобы решить эту систему нужно представить ее в матричной форме и посчитать значения например в Mathcad. В этой задаче модно также найти параметры ветви намагничивания при помощи производных, но мы рассматривать этого не будем. Для решения этой задачи используются как производные, так и матрицы, которые также являются одним из математических методов решения задач.

Исходя из приведенных примеров, можем сделать вывод о то, что производная играет значительную роль в электроэнергетике. С помощью нее можно рассчитать многие параметры, такие как:

- 1) коэффициенты крутизны статических характеристик и регулирующие эффекты нагрузки, которые используются при решении задач устойчивости энергосистем;
- 2) минимум расхода проводникового материала;
- 3) минимум потерь активной мощности и другие.

Довольно часто некая производная рассматривается как критерий, например, как критерий статической устойчивости асинхронного двигателя  $\frac{dP}{ds} \geq 0$ .

Все это необходимо, в том числе и для реализации оптимального управления производством, для планирования развития электроэнергетических систем.

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

**Сайт:** [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

**e-mail:** [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Работу хочется закончить словами немецкого поэта И.В. Гете: «Просто знать - ещё не всё, знания нужно использовать»

#### **Список использованной литературы:**

1. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс – 4-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2006 – 608 с.
2. Куланин Е. Д. , Норин В. П. , Федин С. Н. , Шевченко Ю. А. 3000 конкурсных задач по математике – 4-е изд., – М. : Рольф, : Айрис-пресс, 2000 – 622 с.
3. Лейтес Л.В. Пинцов А.М. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов. – М.: Энергия, 1974 – 175 с.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. – Л.: Энергия, 1978. – 436 с.
5. История электроэнергетики: Учеб. пособие / Сост. В.Н. Горюнов, В.А. Ощепков, А.Г. Лютаревич, Д.Г. Сафонов. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005.–80 с.

***Дата поступления в редакцию: 23.12.2016 г.***

***Опубликовано: 23.12.2016 г.***

***© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,  
электронный журнал, 2016***

***© Варфоломеева О.С., 2016***