

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2018 Issue: 05 Volume: 61

Published: 30.05.2018 <http://T-Science.org>

Nina Viktorovna Golubeva

Candidate of technical Sciences,
Associated Professor of the Department «Informatics,
applied mathematics and mechanics»,
Omsk State Transport University, Russia

Pavel Vitalyevich Vykhodtsev

Student of heat power engineering faculty
Omsk State Transport University, Russia

SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.

SCIENTIFIC ABSTRACTIONS AS A TOOL OF SCIENTIFIC RESEARCH

Abstract: Scientific abstraction are a tool for the development of engineering sciences, the tool of scientific researches. In the theory of electrical circuits scientific abstractions are of fundamental importance. They are the basic components for construction of replacement scheme – calculation models of electrotechnical devices. On the basis of the calculation models generated mathematical models. The analysis or synthesis of electrotechnical devices is carried out by the method of mathematical modeling.

Key words: Scientific abstraction, engineering and scientific tasks, scientific researches, electrotechnical device, the theory of electrical circuits, the electromagnetic phenomena, replacement scheme, idealized element, mathematical model, the mathematical apparatus.

Language: Russian

Citation: Golubeva NV, Vykhodtsev PV (2018) SCIENTIFIC ABSTRACTIONS AS A TOOL OF SCIENTIFIC RESEARCH. ISJ Theoretical & Applied Science, 05 (61): 343-348.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-61-57> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.05.61.57>

НАУЧНЫЕ АБСТРАКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация: Научные абстракции являются инструментом развития технических наук, инструментом научных исследований. В теории электрических цепей научные абстракции имеют основополагающее значение. Они являются базовыми компонентами для построения схем замещения – расчетных моделей электротехнических устройств. На основе расчетных моделей формируются математические модели. Методом математического моделирования проводят анализ или синтез электротехнических устройств.

Ключевые слова: научные абстракции, инженерные и научные задачи, научные исследования, электротехническое устройство, теория электрических цепей, электромагнитные явления, схема замещения, идеализированный элемент, математическая модель, математический аппарат.

Introduction

Научные абстракции представляют одну из базовых концептуальных составляющих научной методологии – её элементную базу.

Как важнейшая категория процесса научного познания научные абстракции являются инструментом развития естественных и технических наук, инструментом научных исследований, средством решения инженерных задач.

Научные абстракции выполняют функцию средств отображения, представления научных знаний. При этом обеспечивается такая форма представления уже накопленных научных знаний, которая способствует созданию новых технических теорий, получению новых научных

результатов и, тем самым, переходу на следующий уровень развития данной науки.

Научные абстракции формируются в результате применения научного метода абстрагирования.

Materials and Methods

Абстрагирование подразумевает исключение маловажных деталей, мешающих воспринимать цельную картину изучаемого объекта. При этом принимаются соответствующие допущения и упрощения.

Это значит, что при исследовании или проектировании технического объекта, моделировании процесса, явления учитывают только существенные его характеристики,



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

закономерные признаки и связи, и не принимают во внимание (абстрагируются, не учитывают) его несущественные свойства и стороны, второстепенные параметры и факторы.

В каждой науке применяется своя система абстрактных идеализированных объектов, понятий. В классической механике – это «материальная точка», «абсолютно твердое тело», «сплошная среда», «инерциальная система отсчета» и др. Механика материалов и конструкций оперирует такими абстракциями, как «однородная среда», «линейно-упругий материал», «изотропная среда» и т.д. По мере развития науки происходит ее восхождение от одного уровня абстрактности к другому, более высокому [1].

Исследователь в области технических наук всегда нацелен на поиск научного обоснования средств абстрактного идеализированного описания задач, возникающих в процессе инженерной деятельности [2].

В теории электрических цепей научные абстракции имеют основополагающее значение.

В реальных электротехнических устройствах имеют место сложные электромагнитные явления, процессы. Исследование, анализ таких устройств – это трудоёмкая задача, требующая применения соответствующего сложного математического аппарата.

Однако существует большое количество инженерных и научных задач, для решения которых нет необходимости рассматривать полную картину всех электромагнитных явлений в изучаемом электротехническом устройстве, и тратить время на избыточное математическое описание объекта [3]. Методы и инструменты решения таких задач предлагает теория электрических цепей.

В теории электрических цепей вместо реальных электротехнических устройств рассматриваются их приближенные модели – идеализированные электрические цепи, получаемые в результате абстрагирования и принятия соответствующих допущений и упрощений (рис. 1).

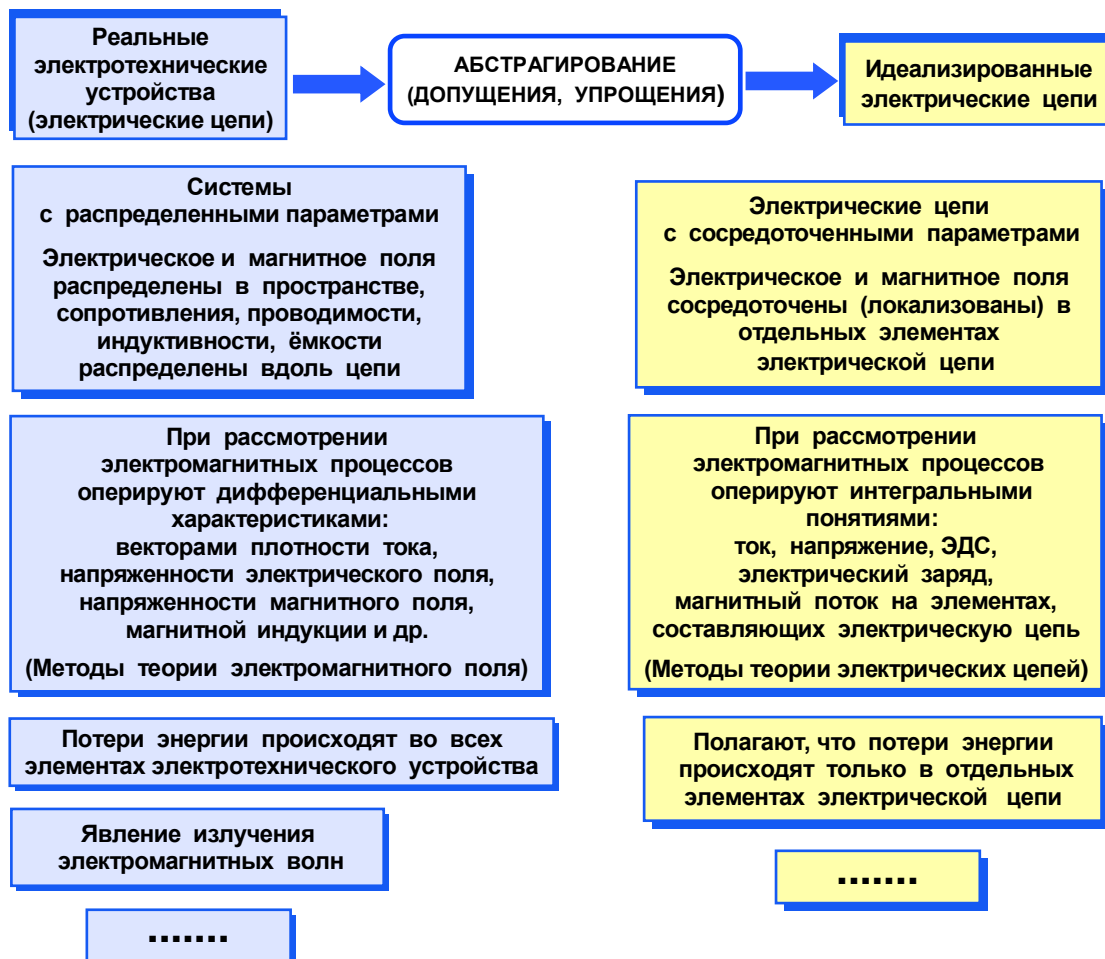


Рисунок 1 – Принимаемые допущения, упрощения при переходе от реальных электротехнических устройств к идеализированным электрическим цепям

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Возможность принятия того или иного допущения определяется конкретной поставленной задачей.

Реальные электротехнические устройства представляют собой системы с распределенными параметрами. Электрическое и магнитное поля распределены в пространстве, сопротивления, проводимости, индуктивности, ёмкости распределены вдоль цепи.

Во многих технических задачах допустимо реальную электрическую цепь (электротехническое устройство) замещать идеализированной цепью с сосредоточенными параметрами, полагая при этом, что электрическое и магнитное поля сосредоточены (локализованы) в отдельных её элементах [4]. Такое допущение может быть принято только при условии, что длина электромагнитной волны существенно превосходит размеры электрической цепи.

При рассмотрении электромагнитных процессов в реальных электротехнических устройствах оперируют распределенными в пространстве (дифференциальными) характеристиками: векторами плотности тока, напряженности магнитного поля, магнитной индукции и др., то есть применяют методы теории электромагнитного поля. Это означает, что основой для математического моделирования в таких задачах служат уравнения Максвелла.

В идеализированных электрических цепях оперируют интегральными понятиями, такими как ток, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС), электрический заряд, магнитный поток на элементах, составляющих электрическую цепь, то есть применяют методы теории электрических цепей [5, 6]. В основе математического моделирования идеализированных цепей лежат законы Ома и Кирхгофа.

В реальных электротехнических устройствах потери энергии происходят во всех составляющих их элементах.

При моделировании идеализированных электрических цепей полагают, что потери энергии происходят только в отдельных элементах цепи.

При построении идеализированных электрических цепей переменного тока абстрагируются и от явления излучения электромагнитных волн, если речь идет о низкочастотном режиме работы устройства.

В основе теории электрических цепей лежит научный метод – моделирование, позволяющий существенно упростить исследования, анализ и синтез электротехнических устройств.

Каждый реальный элемент исследуемого электротехнического устройства замещают его идеализированной (упрощённой) моделью (схемой замещения), составленной из идеализированных элементов: резистивного, индуктивного, емкостного, идеальных источников тока и напряжения и др. [7]. Перечисленные идеализированные элементы – это и есть научные абстракции теории электрических цепей. Таким образом, на основе научных абстракций, создается схема замещения реального электротехнического устройства, то есть его расчетная модель.

Рассмотрим некоторые научные абстракции теории электрических цепей.

Идеализированный резистивный элемент – сопротивление R отображает в расчетной модели необратимый процесс преобразования электрической энергии в тепловую, механическую или в другие виды энергии (потери электрической энергии). Выполняет функцию ограничения тока в электрической цепи.

В идеализированных электрических цепях резистивный элемент может быть представлен различными схемами замещения [8]. Выбор той или иной схемы замещения определяется многими факторами: требуемой точностью вычислений, технологией изготовления, конструкцией, материалом резистора, диапазоном частот рабочих сигналов цепи, заданным интервалом изменения токов и напряжений и другими. Примеры схем замещения резистивного элемента приведены на рисунке 2.

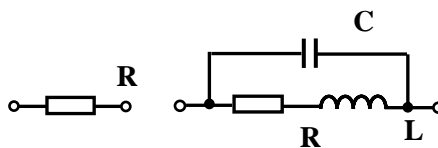


Рисунок 2 – Схемы замещения идеализированного резистивного элемента:

- а) – на постоянном токе и низких частотах;
б) – на средних и высоких частотах

Идеализированный емкостной элемент – ёмкость C отображает в расчетной модели

свойство накапливать (запасать) энергию электрического поля.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

В зависимости от режима работы цепи емкость заряжается от источника энергии (накапливает энергию) или разряжается (отдает ранее накопленную энергию во внешнюю цепь).

Ёмкость может быть представлена в идеализированных электрических цепях различными схемами замещения в зависимости от поставленной задачи. Например: на средних

частотах необходимо учитывать сопротивления потерь в реальном диэлектрике и обкладках конденсатора (рис. 3.а). На высоких частотах, когда помимо сопротивления потерь необходимо учитывать и индуктивность, обусловленную влиянием переменного магнитного поля, может быть использована схема замещения, показанная на рисунке 3.б.

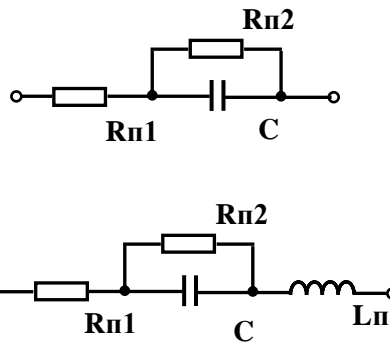


Рисунок 3 – Схемы замещения идеализированного емкостного элемента:
а) – на средних частотах;
б) – на высоких частотах

Идеализированный индуктивный элемент – индуктивность L отображает в расчетной модели свойство накапливать энергию магнитного поля.

Индуктивность определяет инерционные свойства тока. При изменении тока, протекающего через катушку индуктивности, в ее витках наводится электродвижущая сила (ЭДС) самоиндукции, которая препятствует этому изменению тока.

Индуктивность может быть представлена в расчетной модели различными схемами замещения в зависимости от условий задачи, от наличия или отсутствия сердечника [9]. На рисунке 4 представлены схемы замещения индуктивности на постоянном токе (4.а), на низких частотах (4.б), на высоких частотах, когда приходится учитывать тепловые потери в сопротивлении обмотки (R) и токи смещения между витками (C) (4.в).

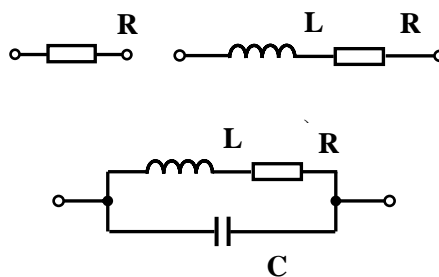


Рисунок 4 – Схемы замещения идеализированного индуктивного элемента:
а) – на постоянном токе;
б) – на низких частотах;
в) – на высоких частотах

Идеализированный источник ЭДС (напряжения) (рис. 5.а). Полагается, что напряжение на его выводах не зависит от протекающего через него тока. Внутреннее сопротивление идеализированного источника ЭДС (напряжения) принимается равным нулю.

Внешняя характеристика идеализированного источника ЭДС (напряжения) отображена на графике черной линией (рис. 5.в). Поэтому напряжение на его выводах полагается равным ЭДС e .

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

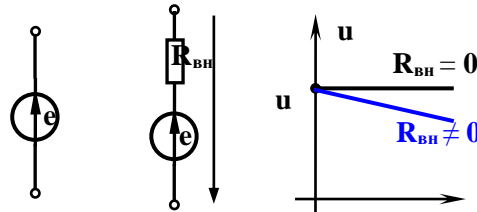


Рисунок 5 – Источник ЭДС (напряжения): а) – идеализированный источник ЭДС (напряжения); б) – схема замещения реального источника ЭДС (напряжения); в) – внешняя характеристика идеализированного и реального источника ЭДС (напряжения)

Для воспроизведения свойств реального источника ЭДС (напряжения) в расчетной модели используют схему замещения (рис. 5.б), включающую идеализированный источник ЭДС и сопротивление $R_{вн}$, равное внутреннему сопротивлению источника ЭДС.

Внешняя характеристика реального источника ЭДС (напряжения) отображена на графике (рис. 5.в) синей линией.

Идеализированный источник тока (рис. 6.а).

Полагается, что ток, протекающий через него, не зависит от напряжения на его выводах. Внутренняя проводимость идеализированного источника тока принимается равной нулю. Следовательно, внешняя цепь не может оказывать влияние на его ток

Внешняя характеристика идеализированного источника тока отображена на графике (рис. 6.б) черной линией. Поэтому внешний ток i полагается равным току идеализированного источника тока j .

Для воспроизведения свойств реального источника тока в расчетной модели используют схему замещения (рис. 6.в), включающую идеализированный источник тока и проводимость $G_{вн}$, равную внутренней проводимости источника тока.

Внешняя характеристика реального источника тока отображена на графике (рис. 6.б) синей линией.

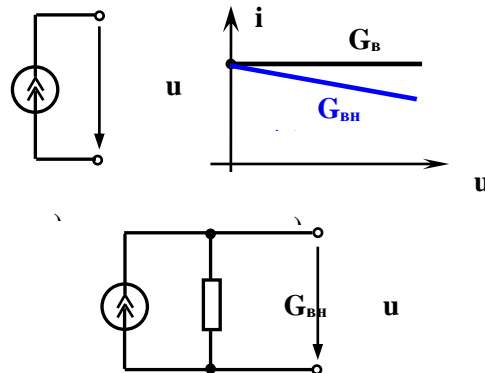


Рисунок 6 – Источник тока: а) – идеализированный источник тока; б) – внешняя характеристика идеализированного и реального источника тока; в) – схема замещения реального источника тока

Conclusion

Выше рассмотренные научные абстракции относятся к категории двухполюсных элементов. При исследовании сложных электротехнических устройств появляется необходимость моделировать объект с помощью абстракции другого уровня - более высокого. Например, на основе двухполюсников формируют четырехполюсные идеализированные элементы, такие как управляемые источники напряжения и тока, идеальные трансформаторы, фильтры и пр.

Схема замещения – расчетная модель, базовыми компонентами которой являются научные абстракции (идеализированные модели), приближенно представляет исследуемое (проектируемое) электротехническое устройство при конкретном режиме его функционирования в рамках поставленной задачи.

Важнейшее значение имеют различные методы и приемы эквивалентных преобразований схем замещения, которые позволяют

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

существенно упростить исследования сложных электротехнических устройств.

По расчетной модели формируется математическая модель. Выбор математического аппарата определяется поставленной задачей, целью исследования [10-11].

Методом математического моделирования, используя возможности современного программного обеспечения, проводят анализ или синтез электротехнических устройств, изучают механизм явлений, исследуют влияние тех или иных факторов на процессы в моделируемых объектах.

1

References:

1. Gejzenberg V. (1987) SHagi za gorizont [Tekst]: perevod s nem. – M.: Progress, 1987. – 368 p.
2. Gorohov V. G. (2012) Tekhnicheskie nauki: istoriya i teoriya: monografiya. – M.: Logos, 2012. – 512 p.
3. Novgorodcev A. B. (2006) Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. 30 lekcij po teorii ehlektricheskikh tsepej: uchebnoe posobie.– SPb.: Piter, 2006. – 576 p.
4. Mathanov P. N. (1990) Osnovy analiza elektricheskikh tsepej. Linejnye tsepi. 3-e izd.– M.: Vysshaya shkola, 1990. – 400 p.
5. Demirchan K. S., Nejman L. R., Korovkin N. V. (2009) Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. T. 1. 5-e izd. – SPb.: Piter, 2009. – 512 p.
6. Bessonov L. A. (2007) Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. Elektricheskie tsepi. 11-e izd. –M.: Gardariki, 2007. – 701 p.
7. Dezoer CH. A., Ku E. S. (1976) Osnovy teorii tsepej. Per. s angl. –M.: Svyaz, 1976. – 228 p.
8. Molchanov A. P., Zanadvorov P. N. (2011) Kurs elektrotehniki i radiotekhniki. 5-e izd. – SPb.: BHV–Peterburg, 2011. – 608 p.
9. Atabekov G. I. (2009) Osnovy teorii tsepej. 3-e izd.– SPb.: Lan', 2009. – 432 p.
10. Golubeva NV (2013) Matematicheskoe modelirovanie sistem i processov: uchebnoe posobie. SPb.: Izdatelstvo «Lan», 2013. -192 p.
11. Golubeva NV (2016) Bazovyy instrument nauchnyh issledovaniy i resheniya inzhenernyh zadach – matematicheskoe modelirovanie v tekhnicheskoy universitete. // Theoretical & Applied Science. 2016. № 2 (34).- pp.152-156.
12. Golubeva NV (2016) Matematicheskoe modelirovanie - bazovyy instrument issledovaniya tekhnicheskikh nauk: inzhenernye kadry dlya innovatsionnoy ekonomiki // Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im M.T. Kalashnikova. 2016. № 1 (69). - pp. 91-93.

