

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

ВЫПУСК 1

**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2020**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Институт энергетики, приборостроения и радиоэлектроники

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Сборник научных статей магистрантов

Выпуск 1

Научное электронное издание



**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2020**

УДК 536.7:681.2
ББК $з1я43+К9я43+з8/9я43$
Э62

Ответственный секретарь:
С. Н. Баршутин

Э62 Энергетика, приборостроение и радиоэлектроника : сборник научных статей магистрантов / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Т. И. Чернышовой. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020.
ISBN 978-5-8265-2240-0

Вып. 1. – 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 1,11 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2241-7

Включены научные статьи магистрантов ФГБОУ ВО «ТГТУ», посвященные проблемам энергетики, приборостроения и радиоэлектроники.

Предназначен для преподавателей, научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов, занимающихся научно-исследовательской работой.

УДК 536.7:681.2
ББК $з1я43+К9я43+з8/9я43$

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2241-7 (вып. 1)
ISBN 978-5-8265-2240-0 (общ.)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2020

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бородулин А. А., Косогорцев А. А.</i> Анализ схем включения ВТП для измерения толщины металлофторопла- стового ленточного материала	5
<i>Бородулин А. А., Косогорцев А. А.</i> Вихретоковый метод измерения толщины многослойного ленточного мате- риала	9
<i>Бородулин А. А., Косогорцев А. А.</i> Схема мостового вихретокового преобразователя	13
<i>Бурный С. Д.</i> Задачи контроля качества электроэнергии	17
<i>Бурный С. Д.</i> Проблемы обеспечения управления качеством электроэнергии	20
<i>Гурова Д. Н.</i> Влияние принципов классификации статистической информации на точ- ность показателей надежности оборудования энергосистем	23
<i>Гурова Д. Н.</i> Оптимизация структуры и оценка эффективности системы эксплуатации оборудования в энергосистемах	26
<i>Квардаков Э. Г., Хабарова Е. С., Крючкова Е. Н.</i> Актуальность и проблемы использования альтернативных видов энергии . . .	30
<i>Косогор Я. И.</i> Оценка вероятности существования решения задачи энергосберегающего управления теплотехнологическим объектом при наличии параметрических возмущений	34
<i>Косогорцев А. А., Бородулин А. А.</i> Резонансная схема включения емкостного датчика для измерения толщины металлофторопластового ленточного материала	38
<i>Косогорцев А. А., Бородулин А. А.</i> Сравнение схем включения емкостного датчика для контроля толщины многослойных материалов	42

<i>Крючкова Е. Н., Тебряева С. С., Квардаков Э. Г.</i> Эффективное применение блокчейн-технологии в альтернативной энергетике	46
<i>Молоканов А. А., Бем А. И., Кулешов А. О.</i> Программа энергосбережения и повышения энергоэффективности в Тамбовской области	49
<i>Овсянников В. В., Лазеев А. С.</i> Исследование зависимости точности оценки коэффициентов опасности от положения объектов в пространстве	52
<i>Тебряева С. С., Хабарова Е. С., Крючкова Е. Н.</i> Мониторинг показателей качества электрической энергии	56
<i>Хабарова Е. С., Тебряева С. С., Квардаков Э. Г.</i> Тепловизионный контроль элементов систем электроснабжения	59
<i>Шарапов И. В., Мещеряков И. В.</i> Сравнительный анализ антенн в телекоммуникационных системах	62
<i>Шишов П. С.</i> Алгоритмы модуляции технологий xDSL. Достоинства и недостатки. Часть 1	66
<i>Шишов П. С.</i> Алгоритмы модуляции технологий xDSL. Достоинства и недостатки. Часть 2	70
<i>Юрлов М. С.</i> Ethernet-коммутация	74
<i>Юрлов М. С.</i> Архитектура коммутаторов	77

АНАЛИЗ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ВТП ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА

А. А. Бородулин, А. А. Косогорцев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: представлен анализ схем включения ВТП для измерения толщины металлофторопластового ленточного материала, отражены результаты исследований вихретокового метода контроля толщины слоев металлофторопластового ленточного материала.

Ключевые слова: измерение толщины, вихретоковый метод, металлофторопласт.

В автогенераторном варианте (рис. 1) катушка преобразователя является элементом колебательного контура и таким образом изменение полного ее сопротивления преобразуется в информативный параметр – изменение частоты.

В настоящее время существуют двухконтурные автогенераторные схемы с блоком регенерации колебаний [1], позволяющие отстроиться от влияния зазора. Следовательно, такие преобразователи для контроля толщины покрытия использоваться не могут.

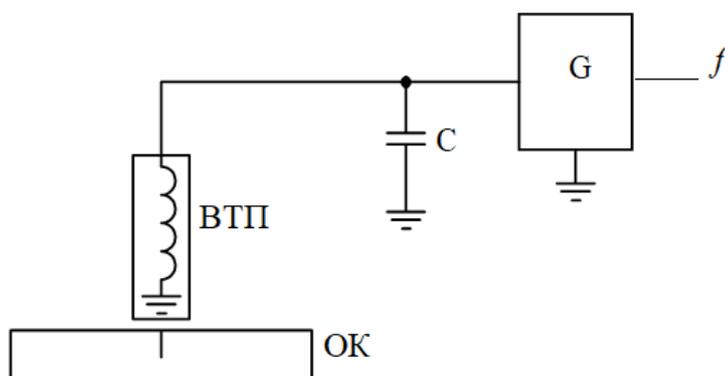


Рис. 1. Автогенераторная схема включения вихретокового преобразователя

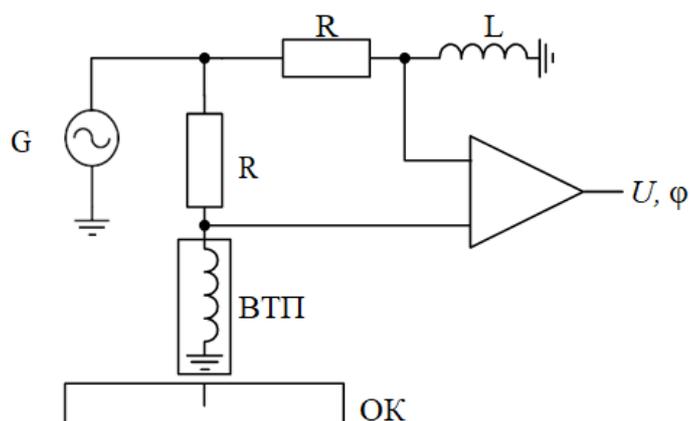


Рис. 2. Мостовая схема включения ВТП с балансной катушкой L

Мостовая схема включения параметрического преобразователя (рис. 2) является классической. Полезным сигналом является разностное напряжение и фазовый сдвиг относительно возбуждающего тока. Как видно из схемы, приборы, использующие данное включение датчика, обязательно имеют балансную катушку с индуктивностью L , что создает проблемы, когда значение индуктивности преобразователя значительно отличается от L . Результатом является снижение чувствительности контроля.

Однако, современные производители вихретоковой аппаратуры частично решают эту проблему, помещая балансную катушку в элементы кабеля питания датчика или в блок отдельного адаптера [2]. На практике приборы, реализующие автогенераторные и мостовые схемы могут использовать один и тот же преобразователь.

Более эффективными для вихретокового контроля являются дифференциальные преобразователи, включенные в мостовую схему (рис. 3). Такие преобразователи имеют идентичные обмотки, причем одна для другой играет роль балансной.

Такая схема выделяет изменения импеданса, вызванные толщиной покрытия или дефектами (или другими воздействиями). После детектирования выходными параметрами могут быть величины, как и в предыдущем варианте с одной обмоткой. Большинство вихретоковых приборов могут работать в таком варианте.

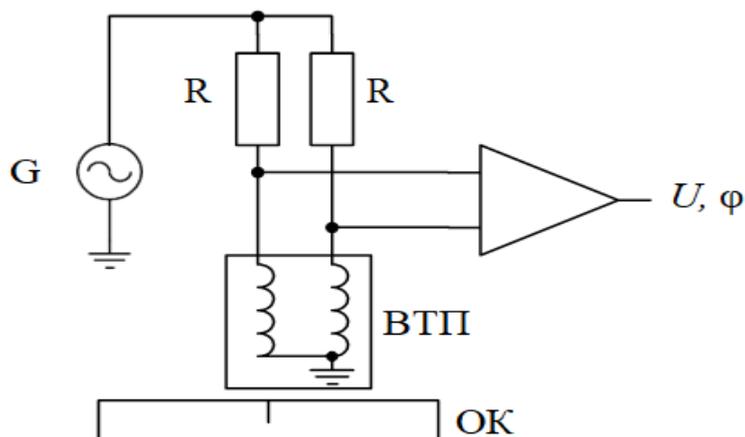


Рис. 3. Мостовая схема включения дифференциального параметрического ВТП

Рассмотрим схемы включения трансформаторных преобразователей, также известных как ВТП типа «передача–прием».

В общем случае этот принцип представлен схемой на рис. 4. Вихревые токи создаются возбуждающей обмоткой, подключенной к схеме генератора. Выводы приемной катушки соединены со схемой усиления и детектирования. Выходными параметрами являются амплитуда и фаза. Такая схема нашла большое распространение, так как обеспечивает задание амплитуды тока возбуждения в большом частотном диапазоне без перестройки элементов ВТП.

Схемы более сложных трансформаторных ВТП представлены на рис. 5. Такие ВТП имеют более двух обмоток и позволяют получать более информативные сигналы в сравнении с рассмотренными выше [3].

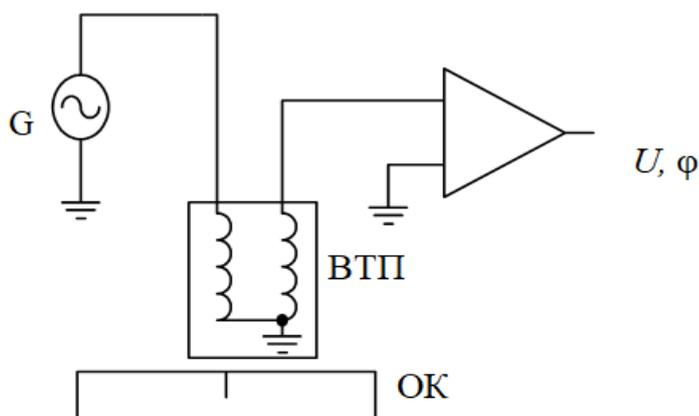


Рис. 4. Схема включения трансформаторного ВТП

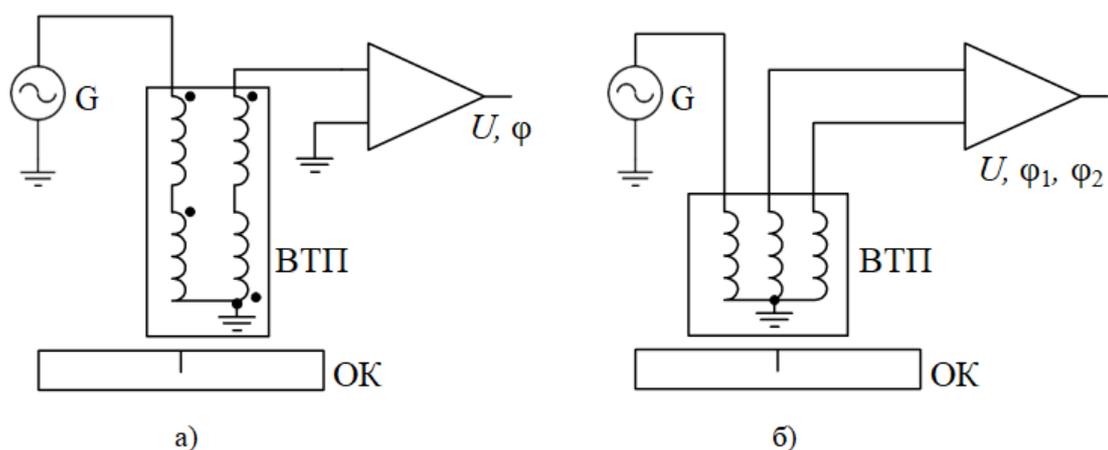


Рис. 5. Схемы включения дифференциальных трансформаторных ВТП

Как следует из рассмотренных способов включения ВТП, наиболее распространенными являются мостовая схема и схема с трансформаторным преобразователем.

Список литературы

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. / под ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1986. – 420 с.
2. Потапов, А. И. Неразрушающие методы и средства контроля толщины покрытия и изделий / А. И. Потапов, В. А. Сясько. – М. ; СПб., 2009. – 904 с.
3. Учанин, В. Н. Вихретоковые мультидифференциальные преобразователи и их применение / В. Н. Учанин. – М. ; Киев, 2006. – 471 с.

ВИХРЕТОКОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МНОГОСЛОЙНОГО ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА

А. А. Бородулин, А. А. Косогорцев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: представлена схема включения вихретокового преобразователя в колебательный контур. На основании анализа были выявлены положительные стороны данного метода включения преобразователя.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, вихретоковый преобразователь, колебательный контур.

Проведя анализ вихретоковых преобразователей (ВТП) [1 – 4] очевидно, что информация, поступающая от преобразователя, зависит от большого количества параметров объекта контроля и других влияющих факторов. Поэтому важнейшей проблемой реализации ВТП является ослабление мешающих факторов (температура окружающей среды, электромагнитные наводки и др.).

Эти факторы, препятствующие точности выходных параметров с вихретокового датчика, можно подавить за счет комплексного сигнала, применив схему включения ВТП в колебательном контуре (рис. 1) [5].

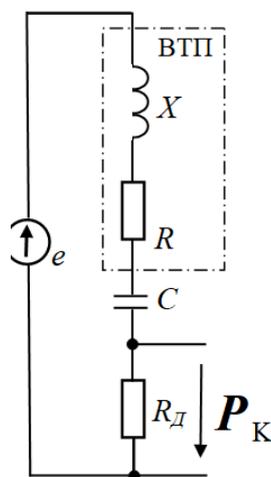


Рис. 1. Схема включения ВТП в колебательный контур

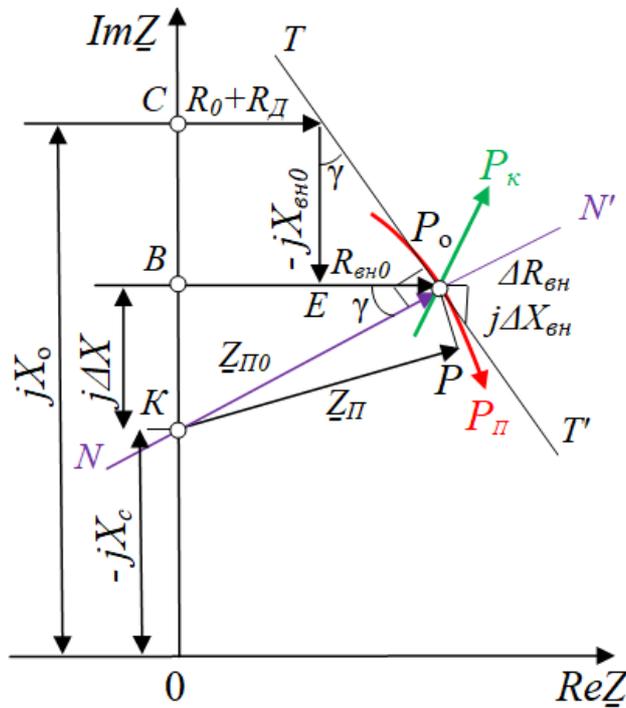


Рис. 2. Диаграмма комплексных сопротивлений

Добиться необходимого результата можно меняя емкость конденсатора C и сопротивление резистора R_d . Диаграмма комплексных сопротивлений параметрического ВТП показана на рис. 2. На ней построены активное $R_0 + R_d$ и реактивное jX_0 сопротивления, когда объект контроля отсутствует, а также активное $R_{вн0}$ и реактивное $jR_{вн0}$ сопротивления, с определенными параметрами объекта контроля с конкретными значениями P_0 .

Подстройку конденсатора C и резистора R_d меняют так, чтобы между линией влияния подавляемого параметра P_{Π} и направлением изменения полного сопротивления цепи $Z_{\Pi 0} = (R_0 + R_d + R_{вн0}) + j\Delta X$ был угол 90° (т.е. $\angle TP_0K = 90^\circ$). Соответственно реактивное сопротивление $\Delta X = X_0 - X_C - X_{вн0}$. Модуль полного сопротивления при изменении параметров объекта контроля равен

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_0 + R_d + R_{вн0} + \Delta R_{вн})^2 + (\Delta X - \Delta X_{вн})^2}.$$

Анализируя диаграмму можно с точностью утверждать, что при точном подборе R_d и C полное сопротивление цепи Z_{Π} при изменениях подавляемого параметра P_{Π} меняется незначительно, а при изменении контролируемого па-

раметра P_K – меняется сильно. Точка компенсации K устанавливается на направлении NN' , перпендикулярном линии влияния подавляемого параметра при номинальных значениях параметров объекта контроля. Так как выходное напряжение пропорционально току в цепи, то оно изменяется совсем незначительно при разных значениях P_{II} , но зависит от P_K [6].

Включение ВТП в резонансные контуры технологически реализуются просто и в тоже время эффективно справляются с нестабильностью, вызванной влиянием окружающей среды и различными наводками на схему включения.

Список литературы

1. Пудовкин, А. П. Метод бесконтактного неразрушающего контроля слоев двухслойных изделий и анализ теплофизических процессов в биметаллах / А. П. Пудовкин, В. Н. Чернышов, Ю. В. Плужников, А. В. Колмаков // Вестник ТГТУ. – 2002. – Т. 8, № 2.

2. Патент. Российская Федерация, МПК G01B7/06. Способ непрерывного контроля толщины и сплошности соединения слоев биметалла / Семенов Д. В., Пудовкин А. П. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – № 2009123714/28 ; заявл. 22.06.2009 ; опуб. 20.09.2010.

3. Патент. Российская Федерация, МПК⁷G01b7/06. Способ непрерывного контроля толщины слоев четырехслойного металлофторопластового ленточного материала, пористости его металлического каркаса и концентрации входящих в четвертый слой компонент / Банников А. Н., Пудовкин А. П., Чернышова Т. И. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – № 2006117923/28 ; заявл. 24.05.2006 ; опубл. 20.12.2007.

4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. / под ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1986. – 420 с.
5. Костин, В. Н. Электромагнитный контроль : учебное электронное издание / В. Н. Костин. – М. : Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Институт физики металлов УрО РАН, 2013. – 288 с.
6. Келим, Ю. М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики / Ю. М. Келим. – М. : Высшая школа, 2004. – 93 с.

СХЕМА МОСТОВОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

А. А. Бородулин, А. А. Косогорцев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: представлена схема мостового вихретокового преобразователя для измерения толщины металлофторопластового ленточного материала, отражены результаты исследований вихретокового метода контроля толщины слоев металлофторопластового ленточного материала.

Ключевые слова: мостовой вихретоковый преобразователь, вихретоковый метод.

В настоящее время довольно часто применяются методы бесконтактного контроля изделий, одним из которых является вихретоковый. На основе вихретокового метода строятся вихретоковые преобразователи (ВТП). ВТП позволяют решать задачи дефектоскопии, применяются для контроля толщины деталей и т.д. При этом ВТП может иметь различные конструкции [1]. Одним из примеров является ВТП с одной катушкой индуктивности – абсолютный ВТП. Однако такой ВТП имеет ряд недостатков, таких как влияние факторов внешней среды на выходной сигнал, низкая чувствительность. Для устранения этих недостатков используется мостовая схема преобразователя.

Рассмотрим преобразователь, представляющий собой мостовую схему на четырех катушках индуктивности, где L_1 и L_4 – измерительные, L_2 и L_3 – опорные катушки. Мостовая схема ВТП, выполненная на четырех катушках индуктивности L_1, L_2, L_3, L_4 [2], приведена на рис. 1.

Каждая катушка ВТП замещается отдельным параллельным колебательным контуром, т.е. содержит индуктивность, сопротивление потерь и емкость [3]. Эквивалентная схема мостового ВТП представлена на рис. 2.

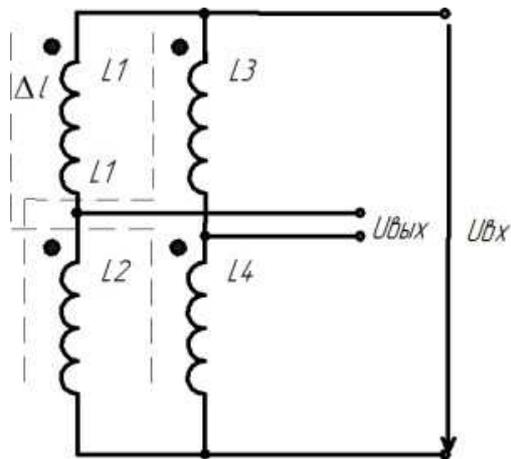


Рис. 1. Мостовая схема ВТП, выполненная на четырех катушках индуктивности

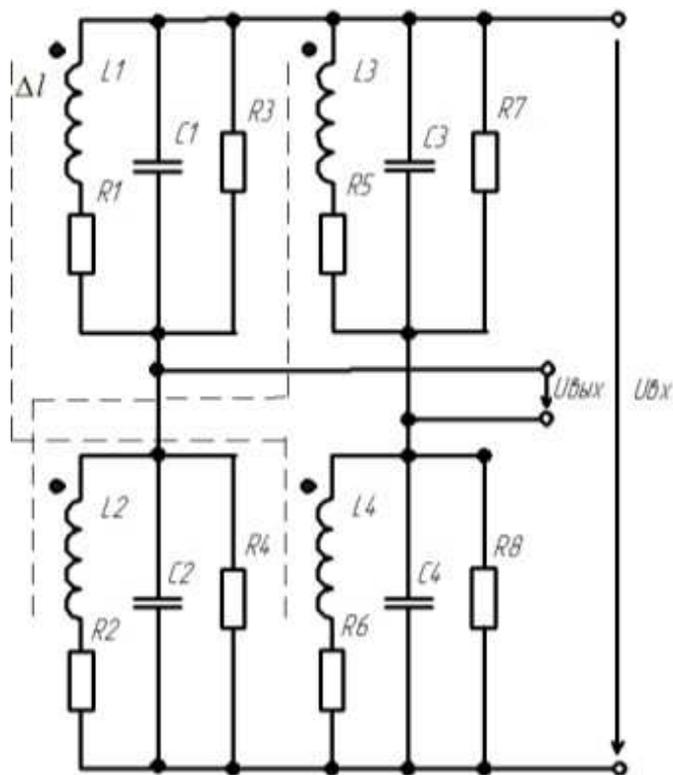


Рис. 2. Эквивалентная схема мостового ВТП

Эквивалентное сопротивление каждой катушки можно представить в виде формулы (1), учитывающей частотно-избирательные свойства схемы замещения катушки:

$$Z_1 = \frac{j2\pi\omega L_1 + R_1}{1 + j2\pi\omega \left(R_1 C_1 + \frac{L_1}{R_3} \right) - (2\pi\omega)^2 L_1 C_1}. \quad (1)$$

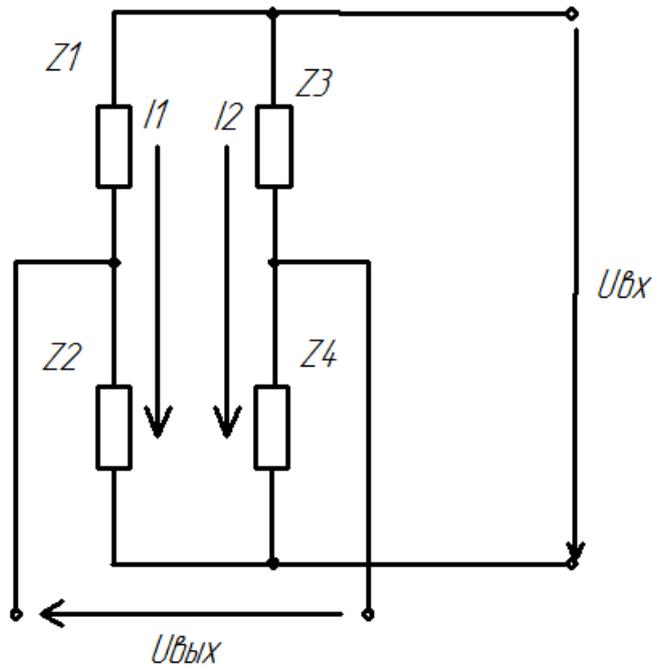


Рис. 3. Схема ВТП с эквивалентными сопротивлениями

Аналогичным образом записываются эквивалентные сопротивления Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 для каждой из четырех катушек. На рисунке 3 приведена схема замещения ВТП с эквивалентными введенными сопротивлениями для каждой катушки. В схеме катушки попарно связаны взаимной индукцией L_1 и L_4 , L_2 и L_3 с взаимными индуктивностями M_1 и M_2 для каждой пары соответственно. Степень связи характеризуется коэффициентом связи k . Так как все значения индуктивностей всех катушек в цепи являются приблизительно равными, то будем считать, что связь между катушками L_1 и L_4 , L_2 и L_3 одинаковая. А значит $M_1 = M_2 = M$. Тогда коэффициент связи описывается в соответствии с формулой (2) [4]:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_4}} = \frac{M}{\sqrt{L_2 L_3}}. \quad (2)$$

Так как мы рассматриваем схему на переменном токе, то будем говорить не о взаимной индукции M , а о комплексном сопротивлении взаимной индукции (3):

$$z_m = j\omega M = j\omega k \sqrt{L_1 L_4} = j\omega k \sqrt{L_2 L_3}. \quad (3)$$

Таким образом, полученная эквивалентная схема ВТП позволяет исследовать его частотно-избирательные свойства. Изменяя параметры схемы, мы можем наблюдать изменение частотных свойств, что позволяет оценить сигнал на выходе преобразователя.

Список литературы

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. / под ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1986. – 420 с.
2. Ворох, Д. А. Мостовой вихретоковый преобразователь перемещения и его конструктивная компоновка / Д. А. Ворох, Я. А. Иванова, Е. А. Руденко, А. Н. Мостовой. – М. : Самара, 2016. – 126 с.
3. Данилин, А. И. Анализ частотных характеристик мостового вихретокового преобразователя перемещения / А. И. Данилин, Д. А. Ворох. – М. : Офорт, 2016. – 80 с.
4. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков. – СПб. : Лань, 2009. – 592 с.

ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

С. Д. Бурный

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Во всех сферах жизнедеятельности человека используется электрическая энергия, которая обладает совокупностью специфических свойств и непосредственно участвует при создании других видов продукции, влияя на их качество. Понятие качества электрической энергии (КЭ) отличается от понятия качества других видов продукции. Каждый электроприемник (ЭП) используется для работы при определенных параметрах электрической энергии: номинальной частоте, напряжении, токе и т.п., поэтому для нормальной его работы должно быть обеспечено требуемое КЭ. Таким образом, качество электрической энергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприемники могут нормально функционировать и выполнять требуемые от них функции.

Электросетевая компания должна проводить соответствующие измерения и расчеты показателей качества электроэнергии (ПКЭ) при выдаче технических условий на присоединение энергопринимающих устройств к электрической сети для любого вновь вводимого присоединения.

В процессе работы энергопринимающих устройств дальнейшее обеспечение КЭ, в частности поддержания стабильной работы электросетевого оборудования, лежит на электросетевой компании, при условии соблюдения технологического режима работы энергопринимающей установки, а для этого требуется наблюдение за режимом работы потребителя.

Можно выделить следующие задачи контроля КЭ:

- формирование технических условий на присоединение вновь подключаемого приемника или потребителя электрической энергии;
- разработка технических регламентов электросетевой компаний;
- разработка и контроль договорных обязательств по КЭ;

- учет влияния КЭ на показания приборов учета электроэнергии;
- определение влияния технологического процесса передачи, распределения и потребления ЭЭ на КЭ в контрольных точках сети.

Одним из наиболее главных направлений автоматизации процесса расчета ПКЭ (показателей качества электроэнергии) сложных систем является создание технологий и информационно-методического обеспечения динамического прогнозирования ПКЭ в системе. Это позволит определить какие будут риски при отклонении ПКЭ от нормативных значений в будущем и тем самым заранее определить требующиеся мероприятия по нормализации уровней ПКЭ для избежания серьезных утрат от низкого КЭ. Поэтому такие разработки целесообразней делать по данным текущего мониторинга.

Следующей задачей контроля КЭ является определение набора параметров, которые используются для измерения ПКЭ. Они определяются в результате анализа конкретной задачи. При учете влияния КЭ на показания приборов учета электрической энергии и мощности должны осуществляться коммерческие расчеты между поставщиком и потребителем, также необходима инструментальная оценка показателей КЭ в узле учета.

Какие будут измеряться показатели КЭ, определяется характеристикой технологического процесса энергопринимающих устройств потребителя при формировании технических условий на присоединение этого потребителя.

При разработке технических регламентов набор измеряемых параметров определяется индивидуально, в зависимости от понимания руководством электросетевой компании необходимости поддержания КЭ.

Государственный надзор осуществляется за измерением двух ПКЭ – это отклонение напряжения и отклонение частоты, так как эти ПКЭ определены правилами сертификаций.

Задачи контроля двух последних пунктов должны предусматривать контроль всех ПКЭ кроме отклонения частоты, так как она является общесистемным параметром.

Таким образом, в России на текущий момент отсутствует нормативно-правовая база для установления требований к потребителям, влияющим на КЭ, и позволяющая сетевым организациям корректно определять условия подключения их к электрической сети и соответственно решать проблемы КЭ.

В рамках государственного регулирования в электроэнергетике необходимо разграничение прав, обязанностей и ответственности субъектов электроэнергетики и потребителей за поддержание необходимого качества электроэнергии.

Список литературы

1. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов ; под ред. Ю. В. Шарова. – М. : Изд-ий дом МЭИ, 2008. – 355 с.

2. Тульский, В. Н. Управление качеством электроэнергии : курс лекций / В. Н. Тульский. – М. : Московский энергетический институт (технический университет).

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

С. Д. Бурный

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

На сегодняшнее время проблема качества электроэнергии в электрических сетях энергосистем и системах электроснабжения промышленных предприятий является одной из самых важных, которые определяют надежность и эффективность электроснабжения потребителей.

В связи с ухудшением и низким качеством электроэнергии, значительно снижается надежность и устойчивость систем, нарушается нормальная работа электроприемников и потребителей, также все это приводит к ежегодным ущербам, которые составляют сотни миллиардов рублей. В данной ситуации необходимо уметь оценивать качество электроэнергии и обеспечивать ее количественное значение в пределах, которые исключают отрицательные последствия.

Проблема обеспечения качества электроэнергии (КЭ) остается актуальной задачей во всех странах мира. Несмотря на все попытки, которые направлены на повышение качества электрической энергии, ежегодные потери в мире от низкого качества электроэнергии остаются по-прежнему очень высокими.

Анализ потребительского рынка 25 стран Европейского союза показывает, что каждый год ущерб из-за плохого качества электроэнергии в этих странах составляет около 150 млрд. €. В 90% случаев от плохого КЭ страдают промышленные предприятия, и только 10% приходится на долю населения. Процентное соотношение ущерба от вида ухудшения КЭ приводится на рис. 1.



Рис. 1. Процентное соотношение ущерба при плохом КЭ и прерывании напряжения

Из приведенной диаграммы видно, что в значительной мере ущерб связан с отклонениями и прерываниями напряжения – 56% случаев, переходные процессы и импульсные напряжения составляют 28%. Другие денежные затраты связаны с проблемами гармоник, фликером, монтажом заземления и т.п.

По всему миру сетевые операторы в разных странах получают много жалоб на КЭ от различных групп потребителей.

В 70% случаев ухудшения КЭ ощущается со стороны потребителей, в то время как 30% нарушений происходит со стороны энергоснабжающей организации.

Известно, что причиной провалов напряжения в первую очередь является грозовая активность, когда в результате попадания молнии в линии электропередач или открытые распределительные устройства срабатывают средства защиты оборудования или автоматики. Для решения данной проблемы необходимо многолетнее наблюдение за этими показателями с применением систематического контроля. Как известно, в причинах ухудшения КЭ могут быть виноваты как энергоснабжающие организации, так и потребители.

Во многих странах Европы почти полностью, ну или частично, решена проблема управления КЭ, где главным техническим механизмом является измерение, обработка и передача показателей КЭ в центр управления качеством электроэнергии. Но все равно, несмотря на использование системы мониторинга, проблемы обеспечения КЭ остаются нерешенными по причине быстрого увеличения количества электроприемников, ухудшающих качество электроэнергии.

Список литературы

1. ГОСТ 13109–97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Ермаков, В. Ф. Качество электроэнергии / В. Ф. Ермаков. – М. : Вузовская книга, 2012. – 192 с.
3. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – М. : НЦ ЭНАС, 2009. – 434 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИНЦИПОВ КЛАССИФИКАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Д. Н. Гурова

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов

Возможность объединения статистической информации должна обосновываться исходя из целей исследования и технических особенностей рассматриваемых систем.

При инженерном анализе требуется проверять отсутствие противопоказаний к объединению информации по разным выборкам, несколько различающимся исполнением оборудования, условиями его эксплуатации, сроком службы или другими факторами, которые, по мнению исследователя, мало влияют на показатели надежности оборудования. Здесь предполагаются как качественный анализ (однородности причин, механизмов отказа и др.), так и количественный – по статистическим критериям проверки однородности выборок.

Поскольку при обработке данных часто возникают случаи, когда вид распределения анализируемой случайной величины неизвестен, большее предпочтение следует отдавать непараметрическим критериям, тем более на первой стадии – при сравнении однородности наблюдений в выборках и при сравнении выборок для определения допустимости их объединения.

Имеющиеся статистические критерии позволяют сравнивать или точечные значения наблюдаемых величин (критерий знаков, критерий Вилкоксона) или эмпирические функции распределения (критерий Смирнова, Пирсона).

Вторая группа критериев наиболее удобна, так как позволяет группировать данные внутри выборок и иметь представление о разбросе значений исследуемых величин в выборках.

Задача классификации электрооборудования по показателям надежности в зависимости от значений функциональных и прочностных параметров оборудования и от внешних воздействий на оборудование, определяемых условиями его эксплуатации, распадается на четыре основных этапа:

1) формирование плотности или функции распределения разных показателей надежности у одинакового по назначению оборудования, различающегося исполнением и техническими характеристиками и работающего в разных условиях эксплуатации;

2) разбивка всего диапазона возможных значений анализируемого параметра надежности на интервалы, по попаданию в которые будет устанавливаться принадлежность к определенному классу по надежности;

3) разбивка всего комплекса оборудования, по статистике наработок и отказов, на классы по надежности;

4) выявление исполнений оборудования и условий эксплуатации, характерных для разных классов по надежности (по результатам третьего этапа).

Эти задачи выполняются на основании соответствующих статистических выборок о наработках и отказах оборудования, полученных в разных системах электроэнергетики.

Разделение оборудования на классы по надежности позволит также производить сравнительную оценку разных исполнений оборудования.

Предлагаемый способ классификации оборудования по надежности работы в разных системах не исключает использование критериев проверки однородности, которые необходимы для повышения точности классификации. Точность классификации, как известно, зависит, главным образом, от двух условий:

1) от объема обучающей совокупности выборки, используемой для оценивания распределения классифицируемых параметров;

2) от объема и однородности отдельных выборок, на основании которых будет осуществляться классификация параметров надежности.

Эти выборки, по возможности, желательно иметь однородными, так как наличие в выборке сведений о надежности разных типов оборудования, например, с параметрами, различающимися на класс и более, будет приводить к усредненным ошибкам, превосходящим допустимый предел. Поэтому возможность совместного рассмотрения информации, относящейся к разному оборудованию, должна проверяться с помощью статистических критериев проверки гипотез. Основной задачей такой проверки будет недопущение совместного рассмотрения разнородной статистики, у которой различие в параметре надежности превышает величину интервала усреднения.

Изменение условий эксплуатации оборудования или его функциональных и прочностных параметров не повлияет на форму закона распределения анализируемой количественной характеристики надежности, так как она определяется физическими процессами в элементах, материалах, использованных при изготовлении оборудования.

Список литературы

1. Резиновский, А. Я. // Надежность и контроль качества. – 1989. – № 4. – С. 34 – 43.
2. Положение о технической политике в распределительном электросетевом комплексе. – М. : ФСК ЕЭС, 2007. – 3 с.
3. Бойцов, Ю. А. Оптимизация обслуживания заявок в электрических сетях напряжением 6 – 220 кВ / Ю. А. Бойцов, А. П. Васильев // Оптимизация режимов работы электротехнических систем : межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 2008. – С. 87 – 97.
4. ГОСТ 17509–72. Надежность изделий машиностроения. Система сбора и обработки информации. Методы определения точечных оценок показателей надежности по результатам наблюдений.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

Д. Н. Гурова

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов

В соответствии с конструктивными особенностями, технологиями и условиями производства работ, структурой управления электросетью, рекомендации по специализации персонала ПЭС, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт электрических сетей, при реформировании ремонтных видов деятельности в части электрических сетей должно осуществляться функциональное выделение и обособление персонала, выполняющего преимущественно работы по капитальному и среднему ремонту, от технического обслуживания, организационно финансовое обособление ремонтных подразделений ПЭС, поэтапное создание или развитие действующих сервисных ремонтных организаций и внедрение конкурентных рыночных отношений в сфере ремонта электрических сетей.

В комплексы работ по техническому обслуживанию и ремонту электрической сети должны быть включены изыскания, направленные на:

- установление оптимальной периодичности и продолжительности проведения капитальных, средних, текущих ремонтов;
- периодичность технического обслуживания, учитывающую конкретные условия эксплуатации;
- внедрение прогрессивных форм организации и управления техническим обслуживанием и ремонтом;
- своевременное обеспечение ремонтных работ материалами, запасными частями и комплектующим оборудованием;
- анализ параметров технического состояния энергообъектов.

Организация и планирование ремонта объектов электрических сетей осуществляется на основе оценки их технического состояния, при этом контроль состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленном нормативно-технической документацией, объем и момент начала ремонта определяются техническим состоянием объектов электросетей.

Создание эффективной модели, отражающей особенности системы эксплуатации, возможно при наличии статистической информации о технологических нарушениях и отключениях, полученной в энергосистемах; введении показателей эффективности функционирования энергосистем и самой системы эксплуатации. Численные значения этих показателей должны учитывать местные особенности эксплуатации. Для оценки эффективности системы эксплуатации выделены пять основных аспектов:

- 1) разработка показателей эффективности функционирования системы обслуживания ЭО;
- 2) оценка стоимостных показателей обслуживания ЭО;
- 3) определение эффективности и возможности полного обслуживания ЭО;
- 4) разработка и анализ механизма выбора последовательности приоритетов, максимизирующей вероятность полного обслуживания;
- 5) исследование нестационарного процесса в системе эксплуатации с выбором последовательности приоритетов.

Совокупность процессов, связанных с обслуживанием оборудования в энергосистемах, представляется вероятностной моделью, которая отражает поведение системы при воздействии на нее потока событий. Поток событий при рассмотрении системы обслуживания энергосистемы можно представить как совокупность потоков однородных событий (плановые и аварийные), в случайный или заданный момент времени. Система обслуживания в этом случае будет характеризоваться реакцией на поступившее требование – набором операций, определяемых видом поступившего требования; продолжительность и стоимость операций будут являться показателями эффективности системы обслужива-

живания. Для ликвидации аварийных нарушений работы объектов электросетей в ПЭС, сетевых компаниях, МЭС в соответствии с нормативами создаются не снижаемые аварийные запасы конструкций, оборудования, материалов изделий.

Актуальность задачи оптимизации структуры системы электрических сетей подтверждается тем, что в общих затратах на эксплуатацию электрических сетей до 20% приходится на содержание эксплуатационных баз и доставку к месту работ ремонтных и оперативных бригад.

Анализ плановых и аварийных требований, поступающих с энергообъектов, показал, что решающими факторами, определяющими форму оперативного обслуживания, являются время доставки оперативного персонала на энергообъект и объем работ на энергообъектах. Таким образом, для оптимизации требуется минимизировать объем переездов оперативного и ремонтного персонала с учетом выполнения требуемых объемов работ в заданных районах, при условии минимума суммарных затрат на обслуживание энергообъектов.

В поставленной задаче энергосистема представляется как дискретная структура, состоящая из совокупностей конечного числа объектов. Это позволяет применить для ее исследования методы кластерного анализа и комбинаторики. Исходя из поставленных условий, предлагается алгоритм решения задачи оптимизации структуры системы, состоящий из двух этапов:

- 1) минимизация расстояний от энергообъектов до центров обслуживания;
- 2) дооптимизация полученных структур в условиях ограниченных временных и финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Резиновский, А. Я. // Надежность и контроль качества. – 1989. – № 4. – С. 34 – 43.

2. Положение о технической политике в распределительном электросетевом комплексе. – М. : ФСК ЕЭС, 2007. – 3 с.
3. Бойцов, Ю. А. Оптимизация обслуживания заявок в электрических сетях напряжением 6 – 220 кВ / Ю. А. Бойцов, А. П. Васильев // Оптимизация режимов работы электротехнических систем : межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 2008. – С. 87 – 97.
4. Ивченко, Г. И. Математическая статистика : учебное пособие / Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев. – М. : Высшая школа, 1992. – 248 с.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ

Э. Г. Квардаков, Е. С. Хабарова, Е. Н. Крючкова

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов

Ключевые слова: биогаз, биогазовая установка, ветровая электроэнергия, альтернативные источники электроэнергии, солнечная энергетика.

Введение

На такой обширной территории как в России, крайне выгодно использовать альтернативные виды энергии, для которых необходима большая площадь отчуждения как например ветрогенераторы, гидроэлектростанции. В некоторых районах – геотермальные электростанции для переработки вторсырья в электроэнергию в местах развитого сельского хозяйства, таких как, например, Тамбовская область. Земельный фонд Тамбовской области включает более 3,4 млн. га, в его структуре преобладают сельскохозяйственные угодья, из которых на долю черноземов приходится 87%. Основываясь на сведениях, предоставленных Росстатом, среднесписочная численность работников в отрасли сельского хозяйства за январь – декабрь 2017 года составила 23 386 и числа продолжают расти.

Биогазовые установки

Для оптимизации потребления электрической энергии посредством биогазовой установки с помощью переработки отходов, часто используется навоз, сельскохозяйственные продукты и агропромышленные отходы. В биогазовых установках при помощи контролируемого процесса сбраживания биомассы

производится газ, который из-за высокого содержания метана может быть использован для производства электрической и тепловой энергии. В случае тамбовской области биогазовая установка будет наиболее актуальна потому, что она не требует большой площади (отчуждения), переработанная биомасса является хорошим удобрением, а также появляется возможность продажи излишек электроэнергии местным потребителям.

Ветроэнергетика

По оценкам экспертов, потенциал ветроэнергии в России составляет примерно 260 млрд кВтч в год, что соответствует 30% совокупной выработки электроэнергии. Для ветроэнергетических парков необходима большая площадь отчуждения и высокая скорость ветра. Подобные требования могут удовлетворить определенные регионы России, такие как республика Адыгея, где готовится к запуску самая мощная в России ветряная электростанция. Принцип работы ветровой турбины заключается в том, что, когда ветер вращает лопасти, можно получить электроэнергию от присоединенного к ним генератора. Перед подключением механизма лопастей к генератору он подключается к редуктору, чтобы увеличить скорость вращения до 50 Гц. К редуктору подключен тормозной механизм, чтобы уменьшать скорость вращения лопастей при избыточном ветре. Далее выработанное электричество от генератора передается по кабелям к основанию, где располагается повышающий трансформатор. Для максимальной выработки электроэнергии ось вращения лопастей должна находиться параллельно ветру, но направление ветра может меняться. Датчик, который расположен на верхней части ветрогенератора, измеряет скорость и направление ветра, при изменении направления ветра к контроллеру направляется сигнал, который дает команду на поворотные механизмы, чтобы скорректировать положение оси вращения лопастей.

Солнечная энергетика

Что касается солнечной электроэнергии, то ее актуальность заключается в том, что она требует меньше обслуживания и занимает меньше площади, так например, можно рационально распределить солнечные батареи на крышах парковок или зданий, тем самым уменьшая затраты на покупку электроэнергии извне, или же для автономного питания жилых домов. Солнечная энергетика работает посредством преобразования энергии солнца в тепловую энергию, а также в электроэнергию посредством физико-химических реакций. Для этого были созданы такие устройства, как солнечные батареи и коллекторы. Батареи преобразуют солнечную энергию в электрическую, а коллекторы вырабатывают тепловую энергию. Солнечные панели состоят из фотоэлектрических ячеек, запаянных в общую рамку, каждая из них сделана из полупроводникового материала, например, кремния. Когда лучи падают на отрицательно заряженную панель, полупроводник нагревается, частично поглощая их энергию, приток энергии освобождает отрицательно заряженные частицы – электроны внутри полупроводника. Дополнительной энергии оказывается достаточно, чтобы оторвать электроны от соответствующих атомов. В результате на их месте остаются дырки, а освободившиеся электроны начинают перемещаться по кристаллической решетке. Под воздействием электрического поля происходит разделение положительно и отрицательно заряженных частиц, таким образом, появляется разность потенциалов или постоянное напряжение. Свободные электроны начинают двигаться в определенном направлении, и этот поток и образует электрический ток.

Вывод

В итоге актуальность альтернативной энергетики сильно зависит от региона и местности, на которой она используется. Однако в определенных

регионах ее использование необходимо в целях уменьшения затрат на покупку электроэнергии или же вследствие отдаленности от централизованного энерго-снабжения.

Список литературы

1. Возобновляемая энергия в России: от возможности к реальности. – М. : ОЭСР/МЭА, 2004.
2. Стребков, Д. С. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства / Д. С. Стребков, А. А. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2006. – № 11.
3. Шефтер, И. Я. Использование энергии ветра : учебное пособие / И. Я. Шефтер. – М. : Энергия, 1975.
4. Андреев, С. В. Солнечные электростанции / С. В. Андреев. – М. : Наука, 2002.

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ПРИ НАЛИЧИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Я. И. Косогор

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: рассмотрен практический пример оценки вероятности существования решения задачи энергосберегающего управления теплотехнологическим объектом при наличии параметрических возмущений.

Ключевые слова: энергосберегающее управление, теплотехнологический объект, параметрические возмущения.

При проведении анализа задач оптимального управления (ЗОУ) энергоемкими теплотехнологическими объектами, значительное внимание уделяется вопросам существования решения ЗОУ и повышения помехоустойчивости алгоритмов синтеза управляющих воздействий. Как известно, случайные возмущения могут оказывать значительное влияние на работу объекта и системы управления. При этом далеко не во всех случаях возможно обеспечить гарантированное достижение заданной цели управления. Поэтому на этапе анализа ЗОУ весьма важно производить оценку вероятности существования решения ЗОУ для заданных исходных данных.

Рассмотрим практический пример оценки вероятности существования решения задачи энергосберегающего управления динамическими режимами теплотехнологического объекта при наличии параметрических возмущений. В качестве объекта управления рассматривалась конвективная пятисекционная вальце-ленточная сушильная установка, применяемая для сушки типографских красителей [1].

Для решения поставленной задачи применялась методика статистического анализа, основанная на совместном применении методов статистического моделирования, теории планирования эксперимента, принципа максимума Понтрягина и метода синтезирующих переменных [2].

В качестве модели динамических режимов объекта рассматривалась модель двойного апериодического звена:

$$z_1 = z_2(t);$$

$$z_2 = a_1 z_1(t) + a_2 z_2(t) + bu(t) + cl(t) + dr(t),$$

где a_1, a_2, b, c, d – параметры модели; $z_1(t), z_2(t)$ – фазовые координаты (температура и скорость ее изменения в каждой секции сушильной установки); $u(t)$ – управляющее воздействие (степень открытия клапана подачи пара в калориферы сушильной установки); $l(t), r(t)$ – возмущающие воздействия со стороны соседних секций (слева и справа).

Параметры модели могут иметь некоторую неопределенность, вызываемую, например, погрешностью измерительных приборов или случайным изменением режимных параметров объекта при снятии экспериментальных данных, необходимых для идентификации модели и т.д.

Рассмотрим основные этапы оценки вероятности существования решения задачи энергосберегающего управления динамическими режимами сушильной установки при наличии параметрических возмущений [3].

На первом этапе был проведен расчет статистических характеристик параметров модели a_1, a_2, b, c, d , которые рассматривались как случайные величины, так как их значения могут меняться под действием параметрических возмущений.

На втором этапе было проведено планирование эксперимента и сформирована выборка значений параметров модели динамики.

На третьем этапе при помощи метода имитационного моделирования проводилась проверка возможности существования решения задачи для всех значений параметров модели, входящих в сформированную выборку.

На четвертом этапе проводилась количественная оценка вероятности решения задачи энергосберегающего управления с использованием показателя, рассчитываемого по формуле определения вероятности случайного события

$$P = S/O,$$

где S – количество массивов исходных данных задачи оптимального управления, для которых решение задачи существует; O – общий объем выборки.

В результате проведенного имитационного моделирования (на примере одной секции сушильной установки) задача энергосберегающего управления имеет решение в 35 случаях из 50, т.е. показатель равен 0,7.

Полученное значение показателя позволяет не только численно оценить вероятность достижения цели управления при заданных исходных данных, но и получить предварительную оценку потенциальной помехоустойчивости алгоритмов синтеза управляющих воздействий. В дальнейшем это позволит значительно облегчить задачу принятия решения о необходимости применения специальных алгоритмов для снижения негативного влияния случайных возмущений.

Список литературы

1. О возможностях повышения эффективности процесса сушки пастообразных полупродуктов органических красителей / А. И. Леонтьева, В. И. Коналов, К. В. Брянкин, С. Ю. Чупрунов, Л. Н. Чемерчев, А. А. Чернов // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т. 73. – Вып. 3. – С. 456 – 458.
2. Методика оценки эффективности алгоритма синтеза оптимального управления в помехоустойчивых информационно-управляющих системах технологическими объектами / А. Н. Грибков, Д. Ю. Муромцев, В. Н. Шамкин, Д. В. Калашников // Надежность и качество : труды междунар. симпозиума. – 2018. – Т. 2. – С. 342 – 344.

3. Грибков, А. Н. Статистический анализ помехоустойчивости алгоритмов синтеза энергосберегающего управления тепловыми объектами / А. Н. Грибков, Я. И. Косогор, Е. С. Полякова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : матер. VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2019. – С. 90–91.

РЕЗОНАНСНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА

А. А. Косогорцев, А. А. Бородулин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: раскрыта актуальность нахождения научных изысканий по методам и средствам контроля качества многослойных материалов при их производстве; отмечается, что недостаточно исследованными являются многослойные комбинированные композиции; представлены результаты исследований емкостного метода контроля толщины слоев металлофторопластового ленточного материала.

Ключевые слова: измерение толщины, емкостной датчик, металлофторопласт.

В настоящее время металлофторопластовые ленточные материалы нашли широкое применение в промышленности. Из данного материала изготавливают, такие изделия, как: свертные втулки, упорные кольца, вкладыши для подшипников. Все они изготавливаются без использования механической обработки резанием, что является причиной повышенных требований к допускам как на общую толщину, так и толщину каждого слоя производимой ленты, поэтому для промышленного производства металлофторопластовых ленточных материалов проблема контроля их качества в производственном процессе изготовления является востребованной и актуальной.

Технология производства металлофторопластовых ленточных материалов включает следующие процессы:

- плакирование стальной ленты слоем меди;

- нанесение на плакированную поверхность слоя из сферических частиц бронзы;
- получение пористого слоя путем спекания частиц бронзы;
- заполнение пор каркаса фторопластом с наполнителем;
- спекание фторопласта в порах и на рабочей поверхности материала [1].

В данной работе был сделан упор на перспективность применения комплексного метода контроля основных характеристик качества многослойных материалов в процессе их производства.

В работе [2] для контроля толщины приработочного фторопластового слоя использован тепловой метод. Для повышения точности контроля вместо теплового метода, предложен и исследован емкостной метод, сущность которого заключается в применении емкостного датчика, представляющего собой двухобкладочный конденсатор, изображенный на рис. 1.

В качестве нижней обкладки 1 которого используется движущаяся металлическая основа толщиной h с нанесенным на ее поверхность фторопластовым слоем толщиной h_x . Сверху от металлофторопластовой ленты на фиксированном расстоянии d расположена верхняя обкладка 2 измерительного конденсатора. Датчик включается в резонансную измерительную схему [3] (рис. 2), в которой емкостный датчик включен в колебательный контур совместно с индуктивным сопротивлением. Высокочастотный генератор имеет частоту

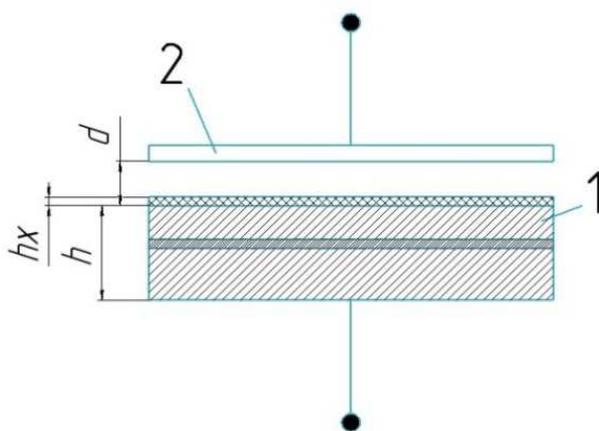


Рис. 1. Емкостной датчик

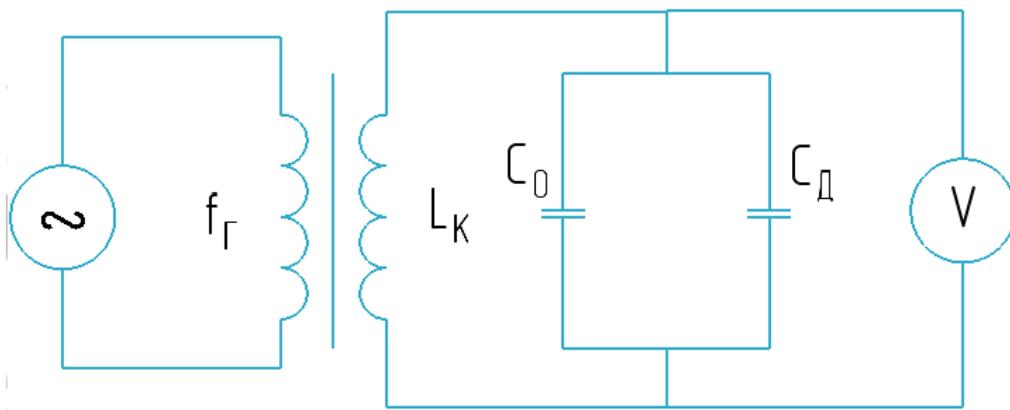


Рис. 2. Резонансная измерительная схема

напряжения f_{Γ} и питает индуктивно связанный с ним контур, состоящий из индуктивности L_{κ} , конденсатора C_0 и емкостного датчика $C_{\text{д}}$, выходное напряжение схемы снимается с помощью вольтметра.

Изменение толщины контролируемого слоя приводит к изменению емкости датчика, которое определяется по формуле

$$C_x = \frac{\epsilon_0 S}{d - (1 - 1/\epsilon_1)h_x}, \quad (1)$$

где ϵ_0 – диэлектрическая постоянная $8,85 \cdot 10^{-12}$, Ф/м; S – площадь конденсатора, м; d – расстояние между обкладками, м; h_x – толщина фторопластового слоя, м; ϵ_1 – диэлектрическая проницаемость фторопластового слоя.

Тогда толщина фторопластового слоя определяется по выражению

$$h_x = \frac{d - \epsilon_0 S / C_x}{1 - 1/\epsilon_1}. \quad (2)$$

Изменение емкости измерительного конденсатора $C_{\text{д}}$ приводит к резкому изменению напряжения контура. Уменьшение емкости приводит к резкому увеличению напряжения, увеличение емкости – к резкому уменьшению напряжения.

Результаты исследования изменения выходного напряжения схемы от изменения толщины приработочного слоя приведены в табл. 1.

1. Зависимость напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ от толщины фторопластового слоя h_x

h_x , МКМ	30	40	50	60	70	80	90
$U_{\text{ВЫХ}}$, В	1,02	1,1	1,28	1,34	2,14	2,34	3,36

Исследование показало, что использование данного метода приемлемо для контроля толщины приработочного слоя металлофторопластового ленточного материала в процессе его производства. Погрешность измерения данного метода не превышает 5,5%, а чувствительность составляет 0,075 В/мкм.

Список литературы

1. Семенов, А. П. Металлофторопластовые подшипники / А. П. Семенов, Ю. Э. Савинский. – М. : Машиностроение, 1976. – 192 с.
2. Патент. Российская Федерация, МПК⁷G01b7/06. Способ непрерывного контроля толщины слоев четырехслойного металлофторопластового ленточного материала, пористости его металлического каркаса и концентрации входящих в четвертый слой компонент / Банников А. Н., Пудовкин А. П., Чернышова Т. И. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – № 2006117923/28 ; заявл. 24.05.2006 ; опубл. 20.12.2007.
3. Келим, Ю. М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики / Ю. М. Келим. – М. : Высшая школа, 2004. – 93 с.

СРАВНЕНИЕ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. А. Косогорцев, А. А. Бородулин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: приведена актуальность применения неразрушающих методов контроля качества многослойных материалов при их производстве, рассмотрен емкостной метод контроля качества и приведены результаты сравнения схем включения емкостного датчика для контроля толщины приработочного фторопластового слоя.

Ключевые слова: измерение толщины, емкостной датчик, металлофторопласт.

В связи с постоянным движением технического прогресса увеличивается число производства новейших материалов и техники, из-за чего производство постоянно вынуждено решать задачи совершенствования оборудования, технологии изготовления и способа контроля качества изготавливаемой продукции.

Для современной промышленности металлофторопластовый ленточный материал является широко применяемым. Требования к выходной продукции достаточно высоки, что значительно усложняет технологию изготовления и ставит приоритетной задачей контроль основных характеристик качества материала в процессе его производства.

В работе [1] описана полная технология производства металлофторопластового ленточного материала и отмечены основные показатели качества изготавливаемой ленты.

В документе [2] представлен комплексный метод контроля, который позволяет проводить непрерывный контроль качества основных параметров металлофторопластовой ленты, в частности, контроль толщины приработочного

фторопластового слоя с помощью теплового метода. Однако данный метод так же имеет определенные замечания, поэтому в работе [3] приведен анализ литературных данных по методам и средствам контроля качества многослойных материалов при их производстве, и вместо теплового метода предложено использование емкостного датчика, включенного в измерительную схему. Для повышения точности контроля фторопластового слоя проведено сравнение схем включения измерительного датчика, изображенных на рис. 1.

Одним из исследованных способов включения емкостного датчика является мостовая балансная схема (рис. 1, а) [4]. Схема состоит из четырех плеч, в три из которых включены конденсаторы с фиксированной емкостью C_1 , C_2 , C_3 , а в четвертое емкостной датчик C_x . К первой диагонали моста подводится питающее напряжение, а со второй с помощью вольтметра снимается выходное.

Другим схемным решением является резонансная измерительная схема (рис. 1, б), в которой емкостный датчик включен в колебательный контур совместно с индуктивным сопротивлением. Высокочастотный генератор имеет частоту напряжения f_r и питает индуктивно связанный с ним контур, состоящий из индуктивности L_k , конденсатора C_0 и емкостного датчика C_x , выходное напряжение схемы снимается с помощью вольтметра.

Изменение толщины контролируемого слоя приводит к изменению емкости датчика, которое влечет за собой изменение выходного напряжения измерительных схем.

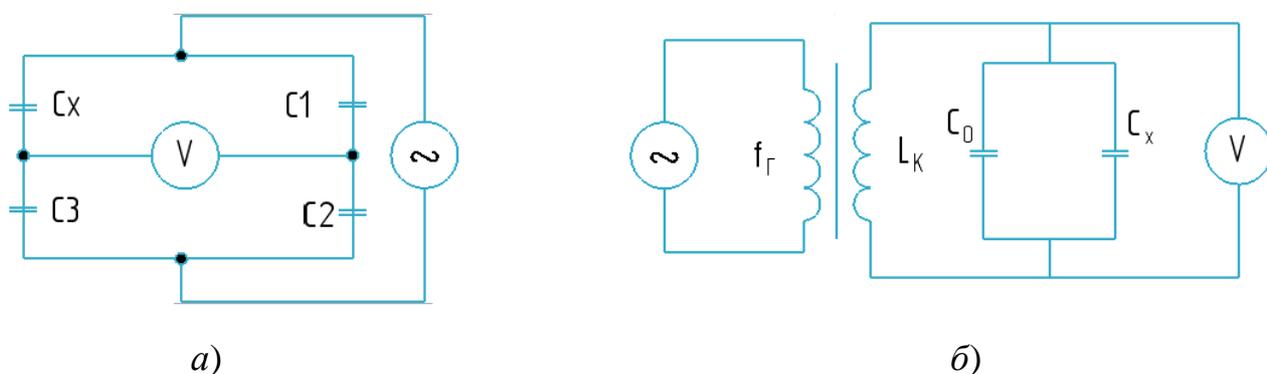


Рис. 1. Схемы включения емкостного датчика:

а – мостовая схема; *б* – резонансная схема

1. Зависимость напряжения $U_{\text{вых}}$ от толщины фторопластового слоя h_x

h_x , мкм	30	40	50	60	70	80	90
$U_{\text{вых}}$, В (мостовая схема)	0,162	0,107	0,053	0	0,051	0,104	0,18
$U_{\text{вых}}$, В (резонансная схема)	1,02	1,1	1,28	1,34	2,14	2,34	3,36

Результаты исследования зависимости изменения выходного напряжения измерительных схем от изменения толщины прирабочного фторопластового слоя приведены в табл. 1.

Полученные данные показали, что средняя чувствительность резонансной схемы составляет 0,075 В/мкм, а мостовой схемы 0,006 В/мкм. По итогам исследования можно сделать вывод, что оба варианта включения емкостного датчика обладают достаточной чувствительностью во всем диапазоне изменения измеряемой величины и приемлемы для контроля толщины прирабочного слоя металлофторопластового ленточного материала в процессе его производства.

Список литературы

1. Семенов, А. П. Металлофторопластовые подшипники / А. П. Семенов, Ю. Э. Савинский. – М. : Машиностроение, 1976. – 192 с.
2. Патент. Российская Федерация, МПК⁷G01b7/06. Способ непрерывного контроля толщины слоев четырехслойного металлофторопластового ленточного материала, пористости его металлического каркаса и концентрации входящих в четвертый слой компонент / Банников А. Н., Пудовкин А. П., Чернышова Т. И. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский госу-

дарственный технический университет». – № 2006117923/28 ; заявл. 24.05.2006 ; опубл. 20.12.2007.

3. Косогорцев, А. А. Метод и устройство контроля толщины металлофторопластового ленточного материала / А. А. Косогорцев, А. П. Пудовкин // Цифровая трансформация в энергетике : матер. Всерос. науч. конф. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – 424 с.

4. Келим, Ю. М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики / Ю. М. Келим. – М. : Высшая школа, 2004. – 93 с.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Е. Н. Крючкова, С. С. Тебряева, Э. Г. Квардаков

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: представлены способы применения блокчейн-технологии в электроэнергетике, в том числе в альтернативной энергетике.

Ключевые слова: блокчейн, альтернативная энергетика.

Действующая система централизованного электроснабжения испытывает существенные недостатки. Потери электроэнергии достигают до 30...40% в год, стоимость услуг постоянно растет, и увеличиваются задолженности населения.

Отдаленные регионы страны испытывают недостаток в электрификации, а качество поставляемой им энергии не соответствует установленным значениям. Основными причинами в этих проблемах являются устаревшие технологии, неисправные приборы учета, ошибки при снятии показаний, неверное заполнение квитанции и незаконное подключение.

Главный вектор развития российской энергетики эксперты видят в распределенную генерацию и построение интернета энергии, внедрение умных счетчиков и других технологий.

Блокчейн-платформа позволяет вести автоматизированный учет по всей цепочке поставки электроэнергии от генерирующих компаний до конечных потребителей. Система позволяет вносить записи не просто по количеству энергоресурсов, но и за определенный интервал времени. Платформа может быть встроена в инфраструктуру города, региона и целой страны.

Строительство распределенных генерирующих мощностей создает новую модель рынка, где потребители также могут быть производителями электричества, а все участники свободно обмениваются ресурсами и услугами. В системе

технологии блокчейн позволяет устанавливать прямые договорные отношения между потребителями и производителями электроэнергии. Существенное преимущество совершения операций через блокчейн-транзакции состоит в том, что вся электроэнергия, поставляемая в электросети, может быть четко отнесена на счета конкретных потребителей в кратчайший промежуток времени вплоть до нескольких минут. При этом расчет за всю произведенную и потребленную электроэнергию может быть очень точно произведен по переменным ценам. Упрощенный процесс взаиморасчетов приведет к снижению объемов балансирующей энергии, на которую частникам рынка выставляются счета. Использование технологии блокчейн обеспечит потребителям более высокий уровень прозрачности операций. Потребители получат возможность отследить, где была произведена электроэнергия, которую они приобрели. В рамках перехода к более сложной интеллектуальной модели распределенной энергетики платформа блокчейн была интегрирована в программу учета электроэнергии.

Блокчейн-технология также помогает развитию и продвижению альтернативной энергетики. Например, инвестиционная платформа MyBit активно способствует строительству новых солнечных панелей через краудфандинг – стартап распределяет права собственности на каждую систему между несколькими владельцами. Проект Sun Exchange делает что-то подобное, но панели, на которые они собирают средства за счет краудфандинга, строятся в развивающихся странах, преимущественно в Африке. Инвестор по сути сдает в аренду панели, которые он приобрел в собственность, школам и коммунам, получая прибыль, обеспечивая людей столь необходимой электроэнергией.

Блокчейн-технология имеет первостепенное значение для обоих этих проектов. Прежде всего, это позволяет осуществлять мгновенные денежные переводы в любую точку мира с минимальными комиссиями и облегчает торговлю правами собственности на панели солнечных батарей. Во-вторых, права собственности, все квитанции, вся информация о расположении панелей и генерируемой ими энергии постоянно записываются в блокчейн. Таким образом, вместо стопки бумажных контрактов и соглашений мы получаем запись в

онлайн-реестре, неизменном и доступном для всех, с автоматическими смарт-контрактами, отвечающими за выполнение условий с обеих сторон.

Применение блокчейн совместно с Интернетом вещей позволит получить следующие общесистемные эффекты:

- 1) построение цивилизованных отношений между всеми участниками процесса генерации, передачи, сбыта и потребления энергоресурсов;
- 2) контроль достоверности количества энергоресурсов, предъявляемого поставщиком для оплаты;
- 3) повышение гибкости и эффективности энергосистемы страны;
- 4) экономия бюджетных средств и средств потребителя на оплату ресурсов.

Список литературы

1. Буркальцева, Д. Д. Точки экономического и инновационного роста: модель организации эффективного функционирования региона – блокчейн / Д. Д. Буркальцева. – М., 2016.
2. Генкин, А. Блокчейн: как это работает и что ждет нас завтра / А. Генкин, А. Михеев. – М. : Изд-во Альпина, 2018.
3. Лопатин, В. А. Блокчейн как источник инноваций: настоящее и будущее / В. А. Лопатин. // ПЛАС. – 2016. – № 6.

ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Молоканов, А. И. Бем, А. О. Кулешов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности и энергосбережения Тамбовского региона.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность.

Введение

Энергосбережение сегодня является одним из приоритетных направлений политики и компаний, которые ориентированы на динамичное развитие, как в плане снижения издержек на собственное производство основной продукции, так и в соответствии с общей направленностью правительственных программ, направленных на снижение нагрузок на вырабатывающие мощности.

Законодательная основа энергосбережения и энергоэффективности

В конце 2009 года начал действовать Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», в рамках которого была разработана и утверждена «Государственная Программа по энергосбережению и повышению энергоэффективности до 2020 года». Были разработаны программы по энергосбережению для регионального и муниципального уровней.

Основной задачей программы является обеспечение устойчивого процесса повышения эффективности энергопотребления в секторах российской экономики, в том числе за счет запуска механизмов стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности в различных сферах экономики Российской Федерации.

Программа энергосбережения в Тамбовской области

В Тамбовской области действует долгосрочная целевая программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Тамбовской области» на 2014 – 2020 годы. Программа подразумевает планомерные действия в нескольких направлениях: просвещение, определение потенциала энергосбережения (составление и анализ ретроспективных и перспективных сводных топливно-энергетических балансов), энергетический аудит и собственно внедрение новых технологий.

Областной исполнительной властью созданы условия для реализации энергосервисных контрактов в государственных учреждениях, внесены необходимые изменения в соответствующие нормативные правовые акты. Это гарантирует возврат инвестиций из областного бюджета в пользу энергосервисных компаний. Ведется работа с коммерческими банками для обеспечения «поточного» финансирования энергосервисных контрактов.

Заключение

За четыре года реализации областной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Тамбовской области на 2010 – 2015 годы и на период до 2020 года» намечена тенденция к снижению уровня потребления энергоресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий и внедрения энергоэффективных технологий.

Ярким примером служит ОАО «Пигмент». Так, в 2014 – 2016 годах был выполнен проект по децентрализации схем подачи азота и технологического воздуха, в результате чего затраты на их генерацию снижены в три раза. Сейчас ОАО «Пигмент» реализует проект по строительству собственного энергоблока, внедрение миниэлектростанции позволит снизить энергоемкость продукции почти на четверть.

Список литературы

1. Об энергосбережении : ФЗ РФ от 03.04.1996 г. № 28-ФЗ (с изм., внесенными ФЗ от 08.05.2010 г. № 83-ФЗ) // Российская газета. – № 3181.
2. Комолов, Д. А. Энергоэффективность / Д. А. Комолов // Экономика и ТЭК сегодня. – 2008. – № 11. – С. 35–45.
3. Макаров, А. Тенденции развития мировой энергетики и энергетическая стратегия России / А. Макаров, В. Фортов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОПАСНОСТИ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ

В. В. Овсянников, А. С. Лазеев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: проведено моделирование и сравнение реального и идеального коэффициентов опасности с помощью алгоритма на основе фильтрации Калмана.

Ключевые слова: фильтр Калмана, коэффициент опасности, алгоритма предсказания.

На рисунке 1 представлена схема и траектория движения рассматриваемого автомобиля А и соучаствующего в движении автомобиля Б, моделируемые в программной среде Math Cad.

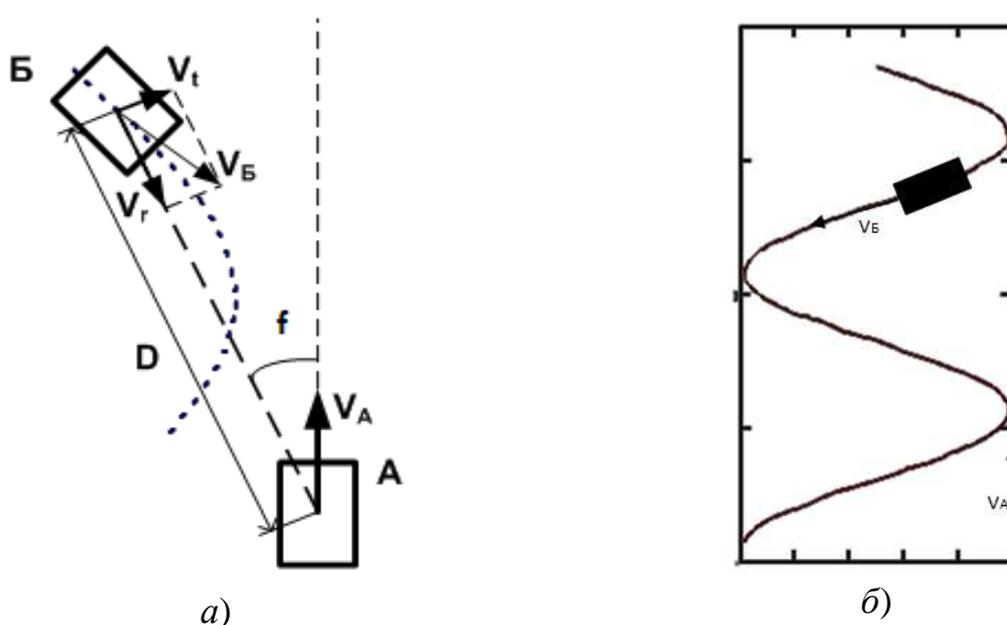


Рис. 1. Схема (а) и траектория (б) движения автомобилей

Автомобиль А движется со скоростью v_A , Б – со скоростью v_B , D – расстояние между центрами масс автомобилей, f – угол между направлением вектора скорости автомобиля А и линией визирования автомобиля Б.

Далее зададим расстояние D_i и угол f_i :

$$D_i = \sqrt{(y_i)^2 + (x_i)^2}; \quad (1)$$

$$f_i = a \sin\left(\frac{x_i}{D_i}\right), \quad (2)$$

где x_i и y_i – координаты.

Следующим шагом будет построение алгоритма предсказания на основе фильтрации Калмана.

Возьмем коэффициент опасности, который был получен эвристическим путем

$$k = \frac{\left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f} + V + W\right)}{4}, \quad (3)$$

где v – значение скорости сближения с объектом; D – расстояние до объекта; f – значение углового положения линии визирования объекта; ω – угловая скорость.

Произведем моделирование и сравнение коэффициента опасности (формула 3) в идеальных K_n и приближенных к реальности условиях K_p соответственно, а так же величины относительной ошибки измерения расстояния при различных значениях углового положения линии визирования объекта на величину ошибки измерения дальности (табл. 1).

Исходя из результата моделирования можно сделать вывод, что изменение значений углового положения линии визирования объекта крайне сильно влияет на исследуемые точностные характеристики. Так разница величин относительной ошибки измерения расстояния при значении угла в 15° и 20° составляет 0,167, при 20° и 25° составляет 0,145, при значениях 25° и 30° – 0,232,

1. Результаты исследований при изменении значений углового положения линии визирования объекта

Значение углового положения линии визирования объекта $f_i, ^\circ$	Максимальное значение отклонения K_n от K_p , %	Минимальное значение отклонения K_n от K_p , %	Величина относительной ошибки измерения расстояния
0	1	0,1	0,127
15	13	4	0,389
20	17	9	0,556
25	20	13	0,701
30	23	16	0,933

что показывает наглядный ее рост. В росте разницы же между реальным значением коэффициента опасности K_p по сравнению с его идеальным значением K_n тоже будет наблюдаться явный рост.

Таким образом, требуется серьезно отнестись к выбору приоритетного параметра для обработки алгоритмом, как можно увидеть из результатов исследования величина ошибки измерения расстояния может крайне сильно возрастать даже при небольшом изменении значениях углового положения линии визирования. А также рост разницы между реальным значением коэффициента опасности K_p по сравнению с его идеальным значением K_n показывает, что следует уделить внимание качеству и типу датчиков, с которых будет поступать информация для обработки алгоритмами прогнозирования ситуации вокруг беспилотного транспортного средства. Пренебрежения этими факторами может привести к непоправимым последствиям.

Список литературы

1. Патент. Российская Федерация, 2018610647. Модель прогнозирования траектории движения объекта на основе сигнала радиолокационного изме-

рителя / Полевин А. В., Данилов С. Н. ; заявитель и патентообладатель Полевин А. В, Данилов С. Н. – № 2017661955/09 ; заявл. 21.11.2017 ; опубл. 15.01.2018. – 5 с. : ил.

2. Обработка радиолокационной информации в радиотехнических системах : учебное пособие / Ю. Н. Панасюк, А. П. Пудовкин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – 84 с.

3. Системы радиосвязи : учебник / под ред. Н. И. Калашникова. – М. : Радио и связь, 1988. – 352 с.

МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

С. С. Тебряева, Е. С. Хабарова, Е. Н. Крючкова

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: основная задача мониторинга показателей состоит в том, чтобы разработать мероприятия по улучшению качества электрической энергии.

Ключевые слова: показатели качества электрической энергии (ПКЭ), энергоэффективность.

Электрическая энергия как товар используется во всех сферах жизнедеятельности человека, обладает совокупностью определенных свойств и непосредственно участвует при создании других видов продукции, влияя на их качество. Понятие качества электрической энергии (КЭ) отличается от понятия качества других видов продукции. Каждый электроприемник предназначен для работы при определенных параметрах электрической энергии, поэтому для нормальной его работы должно быть обеспечено требуемое КЭ. Таким образом, качество электрической энергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприемники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции.

Спрос на электроэнергию гарантированного качества имеет несколько фундаментальных причин:

– электроэнергия стала рассматриваться как товар, для которого гарантированное качество создает стимул и для покупателя, и для продавца. Поставщики энергии в ближайшем будущем будут способны дифференцировать предложения по цене энергии в зависимости от уровня ее качества;

– большое количество электроэнергии можно сэкономить, если постоянно следить за ее качеством;

– возросшее внимание к качеству электроэнергии состоит в отмене госконтроля на рынке электроэнергии во многих странах мира.

Работы, направленные на решение проблемы повышения уровня энергоэффективности и энергобезопасности при поставках электроэнергии, сейчас активно идут и в странах Евросоюза. Нормативы Совета Европейских Органов, Регулирующих Электроэнергию (CEER 2005) при поставках электрической энергии (ЭЭ) различают три аспекта качества:

- 1) качество напряжения (качество электроэнергии, определяемое показателями качества ЭЭ);
- 2) коммерческое качество (определяется индивидуальными договорными отношениями поставщика и потребителя электроэнергии);
- 3) непрерывность, надежность, гарантированность поставок электрической энергии в соответствии с требованиями потребителя электроэнергии.

Как показывает практика, решение проблемы качества поставок электроэнергии одновременно идет по двум направлениям: технологическому и нормативному. Технологический подход предполагает разуправление качеством электроэнергии, мониторинг на уровнях передачи и распределения электрической энергии.

Нормативный (законодательный) подход предполагает создание технических регламентов и стандартов, регламентирующих отношения поставщика и потребителя электроэнергии с учетом ее качества.

К основным задачам мониторинга ПКЭ относятся:

- обнаружение помех и их оценка;
- регистрация измеренных числовых характеристик в целях обработки и отображения результатов;
- оценка измеренных значений показателей качества электроэнергии на соответствие установленным требованиям;
- определение источника помех;
- проведение коммерческих расчетов между поставщиком и потребителем электроэнергии.

Для организации измерений необходимо определить вид контроля, точку осуществления измерений и виды контролируемых ПКЭ. В зависимости от длительности наблюдения можно выделить два вида организации контроля КЭ: периодический и постоянный. Отличие постоянного контроля от периодического заключается в непрерывности времени измерений и обработки результатов. Общие требования, предъявляемые к системе мониторинга ПКЭ, являются обязательными по причине того, что определяют те условия, при которых эти системы должны нормально функционировать в рамках основной погрешности, при обеспечении должного уровня безопасности от поражения электрическим током. Системы мониторинга ПКЭ должны в реальном масштабе времени обеспечивать непрерывное измерение ПКЭ и вспомогательных параметров электроэнергии, должны быть цифровыми программируемыми приборами, использующими высокоразрядные аналого-цифровые преобразователи и быстродействующие процессы.

В данной статье мы рассмотрели основные задачи мониторинга электрической энергии.

Список литературы

1. ГОСТ 33073–2014. Электрическая энергия. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – С. 10 – 17.
2. Карташев, И. И. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов. – М., 2008. – 354 с.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Е. С. Хабарова, С. С. Тебряева, Э. Г. Квардаков

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: рассматриваются вопросы тепловизионного контроля электрооборудования.

Ключевые слова: тепловизор, контроль.

В настоящее время во многих структурах электроэнергетики наблюдается тенденция перехода от плановых ремонтов оборудования к ремонтам по фактическому состоянию оборудования. Такой подход требует внедрения и развития различных методов диагностики состояния электрооборудования. Тепловизионный контроль электрооборудования – один из таких методов.

Неконтролируемый перегрев – очень неприятное явление в любом виде промышленной деятельности, для любого устройства и механизма. Неисправный контакт или несмазанная деталь сигнализируют о нем едким запахом гари. После чего в большинстве случаев эти изделия нуждаются в основательном ремонте или замене. А ведь обнаружить утечку тепла и предотвратить аварию или даже катастрофу, связанную с перегревом, можно на самых ранних этапах его появления. Для этого достаточно взглянуть на объект потенциальной опасности с помощью тепловизионной аппаратуры.

Тепловидение эффективно используется для решения основных задач энергонадзора. Для осуществления контроля за техническим состоянием и безопасным обслуживанием электрических и теплоиспользующих установок потребителей и энергоснабжающих организаций. Тепловизор принимает инфракрасное излучение, исходящее от объекта, и представляет его на экране в виде тепловой картинки – термограммы. Обычно говорят, что термограммы

отображают распределение температуры по поверхности объекта. На самом деле это не совсем правильно – термограммы отображают интенсивность теплового излучения, так как тепловая картинка, полученная на экране тепловизора, зависит не только от температуры, но и от коэффициента излучения объекта [1].

Природа перегрева, прежде всего, связана с возникновением увеличенного переходного сопротивления, что и приводит к возникновению на отдельных участках электрической цепи повышенных температур. Кроме износа контактов в динамических системах, имеются и такие «неприятные» явления, как некачественное соединение проводов, шин и фидеров, а также неудовлетворительное состояние контактов.

Тепловизионный контроль необходимо проводить в сроки, указанные в соответствующих разделах норм испытаний электрооборудования, но не реже одного раза в три года. Также нужно помнить о следующих условиях контроля:

- исследуемое оборудование должно находиться под максимальной токовой нагрузкой;
- оператор тепловизора должен понимать конструктивные особенности контролируемого электрооборудования;
- если обследование проводится на улице, обязательными требованиями являются: отсутствие прямых лучей солнца, отсутствие сильного ветра, снега и дождя [2].

Регистрируемые температурные поля несут информацию о тепловых потерях с поверхности объекта и основных характеристиках, определяющих эффективность энергопреобразования при функционировании объекта той или иной системы. Использование данных тепловизионного обследования позволяет определять контрольные параметры обследованных объектов, давать заключение об их фактическом состоянии и разрабатывать предложения по повышению энергоэффективности их дальнейшей эксплуатации.

Наиболее широко тепловизионные обследования в энергетике применяются для диагностики состояния контактных соединений токоведущих шин и присоединений к электрическим аппаратам. Проблема выявления их дефектов в

настоящее время стала одной из наиболее актуальных для энергосистем, так как повреждения из-за не выявленных своевременно дефектных контактных соединений составляют большую часть из всего объема повреждений оборудования. Обследование позволяет выявить дефекты на ранних стадиях развития, при этом существенно сокращая затраты на проведение диагностики. Исключение из эксплуатации дефектного оборудования повышает надежность и безопасность эксплуатации электросети, сокращает потери электроэнергии.

Следует отметить основные преимущества тепловизионного контроля перед традиционными методами оценки состояния оборудования. Поскольку повреждения выявляются на работающем оборудовании, то имеется запас времени для подготовки вывода дефектного оборудования в ремонт, не отключая электроустановку и сокращая время ремонта до минимума. Тепловизионный контроль производится в рабочем состоянии оборудования, то есть под нагрузкой и напряжением. Результаты обследования в таком состоянии являются более достоверными, чем результаты обследований после снятия нагрузки или напряжения. Так, например, для гирлянды изоляторов нагрузкой является не только напряжение, но и тяжение провода. Замеченное тепловизором повреждение изолятора гирлянды может оказаться незамеченным при осмотре гирлянды после снятия с опоры.

Список литературы

1. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. – М. : ИД «Спектр», 2009. – 544 с.
2. РД 153-34.0-20.363–99. Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТЕНН В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

И. В. Шарапов, И. В. Мещеряков

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Аннотация: проведено моделирование направленной и ненаправленной линейных антенн в телекоммуникационных системах и получены результаты исследования диаграмм направленности этих антенн. Полученные результаты моделирования линейных антенн позволяют произвести оценку влияния типа антенны на их диаграмму направленности, которая влияет на эффективность телекоммуникационных систем.

Ключевые слова: антенна, диаграмма направленности.

Антенна, вне зависимости от конструкции, обладает свойством обратимости (может работать как на прием, так и на излучение). Часто в радиорелейных трактах одна и та же антенна может быть подключена одновременно к приемнику и передатчику. Это позволяет излучать и принимать сигнал в одном направлении на разных частотах [1].

Пожалуй, основная характеристика любой антенны, – это диаграмма направленности. Из нее вытекает возможность использования передачи информации потребителям по сети Wi-Fi [2].

Антенны для Wi-Fi делятся на два типа – направленные и ненаправленные. Каждая из них необходима для получения определенных результатов.

Направленная антенна идеально подходит для создания сети Wi-Fi, где необходима передача информации из одной точки в другую. Иными словами, если вы видите или знаете, что возле вас есть направленная антенна, то можно попробовать установить Wi-Fi-мост, смонтировав свою направленную антенну.

1. Прохождение сигнала через препятствия

Препятствие	Снижение расстояния связи, %
Окно	30
Деревянная стена	70
Межкомнатная стена	80
Несущая стена	90

Также распространению сигнала могут мешать препятствия, они создают значительное сопротивление сигнала, вплоть до полного его отсутствия [2].

Процентное соотношение снижения расстояния радиосвязи при прохождении сигнала через препятствия приведено в табл. 1.

Качество сигнала при этом будет на высоком уровне.

Рассмотрим два типа антенн с круговой диаграммой направленности и ненаправленной. На рисунке 1 представлена диаграмма направленности ненаправленной антенны.

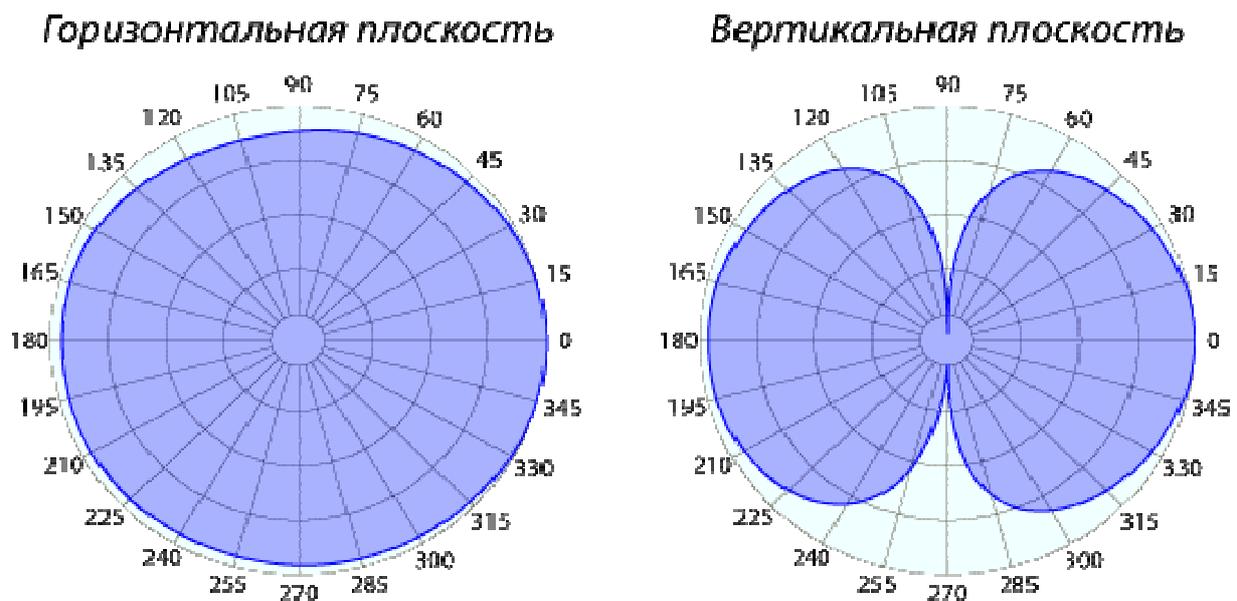


Рис. 1. Диаграмма направленности
ненаправленной антенны

Направленные антенны, наоборот, максимум излучения дают в одном направлении – такие антенны используются для связи вида точка–точка и способны обеспечить прием-передачу на больших расстояниях, чем круговые (рис. 2). Если же нужно раздавать сигнал нескольким абонентам в определенном секторе (например, все клиенты находятся с одной стороны от стены, на которой висит антенна) лучше всего использовать секторную антенну.

Проведем анализ данных антенн по параметрам. На рисунке 3 представлено сравнение диаграмм направленности ненаправленной и направленной антенн.

Полученные результаты моделирования дают понять различия диаграмм направленности антенн. Имеем более широкую зону покрытия у ненаправленной антенны и дальность взаимодействия у направленной антенны.

Таким образом, антенны бывают двух типов – направленные и всенаправленные. Они отличаются шириной диаграммы направленности и коэффициентом усиления. Если требуется передавать сигнал из одного места в другое

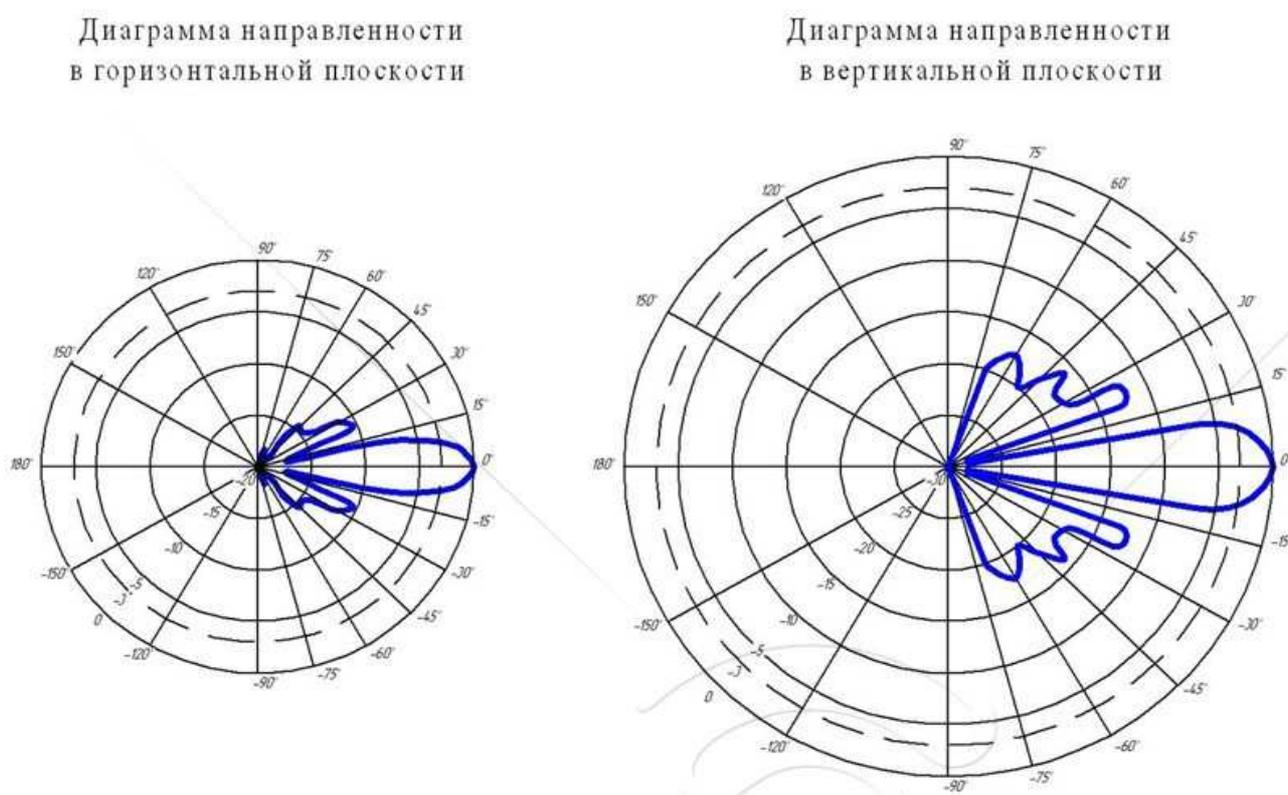


Рис. 2. Диаграмма направленности направленной антенны

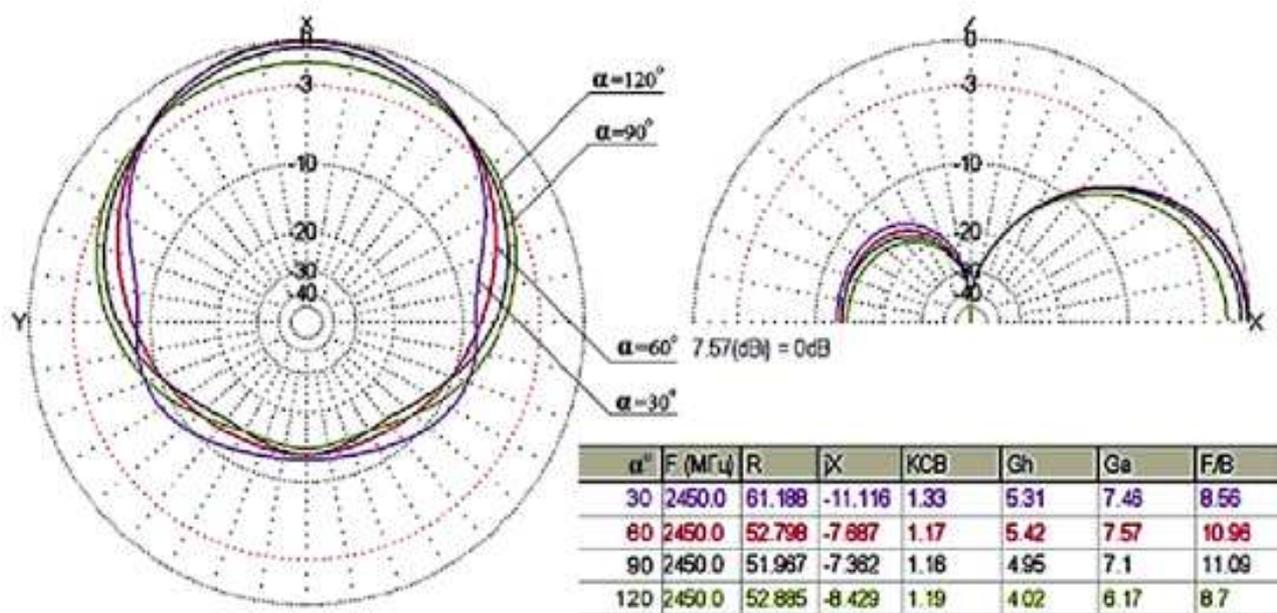


Рис. 3. Сравнение диаграмм направленности антенн

на большое расстояние, то лучше использовать направленную антенну. В случае если требуется раздавать сигнал в определенном радиусе вокруг роутера, используется ненаправленная антенна

Список литературы

1. Гончаренко, И. В. Антенны КВ и УКВ. / И. В. Гончаренко. – М. : ИП Радио Софт, 2018. – 774 с.: ил.
2. Гончаренко, И. Фокусирующая насадка на Wi-Fi антенну роутера / И. Гончаренко // Радио. – 2013. – № 2. – С. 59.

АЛГОРИТМЫ МОДУЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ xDSL.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Часть 1

П. С. Шишов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Основопологающим принципом, на котором построено семейство технологий Digital Subscriber Line (DSL), является использование для передачи данных медных проводов, которые первоначально были предназначены для подключения абонентов к АТС – Plain Old Telephone Service (POTS). При передаче информации по коммуникациям POTS – медным проводам различной толщины – отсутствует основной фактор, который ограничивает скорость передачи данных в самой АТС – ограничение спектра информационного сигнала диапазоном 3...4 кГц. Все передачи подобного типа выполняются по схеме точка–точка, и в общем случае, между передатчиком и приемником сигнала находится только медный соединительный провод. Следовательно, по крайней мере теоретически, по такой линии можно передавать информацию с какой угодно большой скоростью. Однако реальные линии, с которыми приходится иметь дело xDSL-устройствам, существенно отличаются от этой упрощенной математической модели и имеют ряд особенностей, без учета которых невозможно построение современной высокопроизводительной системы передачи данных.

Алгоритм модуляции 2B1Q

Алгоритм линейного кодирования 2B1Q (2 Binary I Quandary) был первоначально предложен для использования в качестве протокола физического уровня в точке сопряжения U для BRJ интерфейса сети ISDN. Алгоритм 2B1Q представляет собой один из вариантов реализации алгоритма амплитудно-

импульсной модуляции с четырьмя уровнями выходного напряжения без возвращения к нулевому уровню (NRZ).

Для формирования линейного кода входной информационный поток делится на кодовые группы по два бита в каждой. В зависимости от комбинации значений битов кодовой группы ей ставится в соответствие один из четырех кодовых символов, каждому из которых в свою очередь ставится в соответствие один из уровней кодового напряжения.

Достоинства и недостатки алгоритма 2B1Q

Несомненным достоинством данного алгоритма является простота и дешевизна его реализации. Немаловажным фактором является также наличие большого числа регламентирующих документов (в том числе спецификация ANSI T1.601-1999, ISDN Basic Access Interface for Use on Metallic Loops for Application at the Network Side of NT, Layer 1 Specification).

К недостаткам этого метода линейного кодирования следует отнести крайне невысокую спектральную эффективность и, следовательно, ограниченные возможности для передачи информационного сигнала по зашумленным линиям с большим затуханием. Возможности использования амплитудной модуляции вообще не очень высоки, так как в данном случае число уровней квантования растет со скоростью $2N$, где N – число передаваемых за период модулированного сигнала разрядов, что приводит к резкому уменьшению теоретически достижимого соотношения сигнал/шум. Кроме того, спектр амплитудно-импульсного модулированного сигнала, как было показано выше, является бесконечным и его максимум приходится на диапазон звуковых частот.

Несмотря на то, что перечисленные выше факторы, несомненно, будут ограничивать применение этого типа линейного кодирования в перспективных xDSL-системах с интеграцией услуг, несомненные достоинства алгоритма 2B1Q позволят достаточно эффективно его применять для построения дешевых систем симметричного доступа.

Алгоритм модуляции QAM

Алгоритм квадратурной амплитудной модуляции (QAM, Quadrature Amplitude Modulation) представляет собой разновидность многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции. Этот алгоритм широко используется при построении современных модемов ТЧ.

Достоинства и недостатки алгоритма QAM

Достоинства алгоритма квадратурной амплитудной модуляции является относительно простым для реализации и в то же время достаточно эффективным алгоритмом линейного кодирования xDSL-сигналов. Современные реализации этого алгоритма обеспечивают достаточно высокие показатели спектральной эффективности. Как уже было отмечено выше, ограниченность спектра, относительно высокий уровень помехоустойчивости QAM-модулированного сигнала обеспечивают возможность построения на основе этой технологии высокоскоростных ADSL- и VDSL-систем передачи данных по двухпроводной линии с частотным разделением принимаемого и передаваемого информационных потоков.

К недостаткам алгоритма можно отнести относительно невысокий уровень полезного сигнала в спектре модулированного колебания. Этот недостаток является общим для алгоритмов гармонической амплитудной модуляции и выражается в том, что максимальную амплитуду в спектре модулированного колебания имеет гармоника с частотой несущего колебания. Поэтому данный алгоритм в чистом виде достаточно редко используется на практике. Гораздо большее распространение получают алгоритмы, которые используют основные принципы QAM и в то же время свободны от его недостатков (например – алгоритм CAP).

Список литературы и источников

1. Горальски, В. Технология ADSL и DSL / В. Горальски ; пер. М. Кузьмин. – М. : Изд-во Лори, 2000. – 296 с.
2. XDSL-технологии последней мили и многое другое. – URL : <http://www.xdsl.ru/articles/aspekt.htm> (дата обращения 19.03.2020).
3. Тюрин, И. В. Вычислительная техника и информационные технологии : учебное пособие / И. В. Тюрин. – Ростов н/Д : Изд-во Феникс, 2017. – 426 с.

АЛГОРИТМЫ МОДУЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ xDSL.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Часть 2

П. С. Шишов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов

Алгоритм модуляции CAP

Алгоритм амплитудно-фазовой модуляции с подавлением несущей Carrierless Amplitude modulation / Phase modulation (CAP) является одним из наиболее широко используемых в настоящее время на DSL-линиях алгоритмов модуляции. Этот алгоритм был разработан специалистами компании Globe Span Inc. в то время, когда эта компания была частью компании Paradyne в составе AT&T. В настоящее время патент на использование алгоритма амплитудно-фазовой модуляции с подавлением несущей для формирования линейного кода принадлежит компании Globe Span Inc. Алгоритм CAP представляет собой одну из разновидностей алгоритма QAM, его особенность заключается в специальной обработке модулированного информационного сигнала перед его отправкой в линию. В процессе этой обработки из спектра модулированного сигнала исключается составляющая, которая соответствует частоте несущего колебания QAM. После того, как приемник принимает переданный информационный сигнал, он сначала восстанавливает частоту несущего колебания, а после этого восстанавливает информационный сигнал. Такие манипуляции со спектром выполняются для того, чтобы уменьшить долю неинформативной составляющей в спектре передаваемого информационного сигнала. Это, в свою очередь, делается для того, чтобы обеспечить большую дальность распространения сигнала и уменьшить уровень перекрестных помех у сигналов, которые передаются одновременно в одном кабеле.

Достоинства и недостатки алгоритма CAP

Поскольку алгоритм амплитудно-фазовой модуляции с подавлением несущей является, по сути, алгоритмом типа QAM, ему свойственны все положительные качества, которые присущи этому классу алгоритмов – относительная простота реализации и высокая спектральная эффективность. Несомненным достоинством собственно алгоритма CAP является высокая энергетическая эффективность формируемого сигнала. Именно этот алгоритм теоретически способен обеспечить максимальные значения соотношения SNR и, следовательно, передачу сигнала на наибольшие расстояния. Все эти полезные качества алгоритма модуляции CAP позволяют применять его для построения эффективных и экономичных приемопередающих устройств широкого спектра технологий DSL – от SDSL до VDSL.

Основным недостатком этого метода является отсутствие стандартизирующего документа, который определяет процедуры, в соответствии с которыми выполняется преобразование сигнала. Отсутствие этого документа объясняется рядом политических и экономических причин. Одной из причин, которые приводят к сдерживанию внедрения этой технологии, является сильная поддержка альтернативной по отношению к CAP-технологии DMT, которую оказывает комитет T1E1 ANSI. Другой причиной является недостаточная гибкость лицензионной политики, которую проводит хозяин патента на CAP-компания Globe Span.

Алгоритм модуляции DMT

Вопреки существующему мнению, многочастотный алгоритм Discrete Multi Tone (DMT) не является принципиально новым. Основные положения этого алгоритма модуляции были сформулированы и запатентованы специалистами Amati Communications (в настоящий момент эта компания является частью Texas Instruments Internet Access Group) еще в начале 1990 гг. В 1993 году технология была выбрана ANSI в качестве алгоритма линейного кодирования для перспективных систем передачи данных. Сложность технической реализа-

ции данного алгоритма на первоначальном этапе развития DSL-технологий ограничивала область его возможного применения. Однако на настоящий момент алгоритм DMT имеет многочисленные технические реализации и является одним из основных алгоритмов модуляции наиболее перспективных технологий ADSL и VDSL.

Достоинства и недостатки алгоритма DMT

Алгоритм модуляции DMT представляет собой дальнейшее развитие идеи, которая была положена в основу алгоритмов QAM. В силу этого, он, безусловно, способен обеспечить высокую скорость и надежность передачи данных. К дополнительным достоинствам этого алгоритма, безусловно, относятся возможность оперативной и точной адаптации приемо-передающих устройств к характеристикам линии и практически повсеместное признание этого алгоритма стандартизирующими организациями (в первую очередь – ANSI).

Недостатками алгоритма модуляции DMT можно считать его громоздкость и недостаточную технологичность. Алгоритм DMT является наиболее сложным для аппаратной реализации среди всех алгоритмов, которые в настоящее время используются для формирования линейного кода устройств DSL.

Заключение

Разнообразие существующих в настоящее время алгоритмов модуляции, которые могут быть использованы для формирования линейного кода, предоставляет для разработчиков и специалистов по эксплуатации телекоммуникационного оборудования возможность выбора оптимального для конкретной реализации решения. Положительные качества, которые свойственны решениям на базе 2B1Q, позволят в обозримом будущем достаточно эффективно использовать HDSL- и SDSL-системы, которые построены на использовании этого алгоритма.

Список литературы и источников

1. Горальски, В. Технология ADSL и DSL / В. Горальски ; пер. М. Кузьмин. – М. : Изд-во Лори, 2000. – 296 с.
2. XDSL-технологии последней мили и многое другое. – URL : <http://www.xdsl.ru/articles/aspekt.htm> (дата обращения 19.03.2020).
3. Тюрин, И. В. Вычислительная техника и информационные технологии : учебное пособие / И. В. Тюрин. – Ростов н/Д : Изд-во Феникс, 2017. – 426 с.

ETHERNET-КОММУТАЦИЯ

М. С. Юрлов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Если сеть Ethernet начинает демонстрировать симптомы перегруженности: низкую пропускную способность, большое время ответа, высокую вероятность коллизий – рефлекторно возникает желание запланировать установку проникающих сегодня всюду высокоскоростных соединений. Однако необязательно делать огромные инвестиции в технологии Fiber Distributed Data Interface (FDDI) или Asynchronous Transfer Mode (ATM).

Сегодня имеется несколько подходов, которые позволяют сохранить большую часть имеющегося сетевого кабельного хозяйства и интерфейсных карт, но при этом во много раз увеличивают пропускную способность, даже если компания собирается использовать такие приложения, как мультимедиа и видеоконференции. Самые многообещающие методы, позволяющие получить наилучшую отдачу от капиталовложений, состоят в установке правильной комбинации Ethernet-коммутаторов.

Ethernet-коммутатор – это, по сути, многопортовый мост. Он имеет дело со вторым уровнем в модели ISO, содержащим информацию об управлении доступом к среде (MAC – Media Access Control). Он узнает MAC-адреса источника, соответствующие каждому из портов; «ручное» администрирование либо крайне ограничено, либо исключено полностью.

Когда кадр поступает в порт, коммутатор исследует его MAC-адрес назначения. Если адрес находится в том же сегменте, что и источник, коммутатор отфильтровывает кадр – другими словами, игнорирует его и никуда не передает. Если поддерживаемая коммутатором база данных адресов ассоциирует назначение с другим портом, кадр продвигается (или передается) в этот порт. Если назначение кадра неизвестно, коммутатор передает его на каждый порт за исключением того, на который он поступил.

Подобно мостам, коммутаторы отделяют трафик одного порта от трафиков других. Кроме того, те, кто производят особенно значительный трафик, например, программисты, пользователи систем САПР, производители мультимедиа и им подобные могут быть изолированы вместе с их серверами от более неприяательных пользователей. Последним больше не придется ожидать первых, а первым, если это потребуется, может быть предоставлена выделенная полоса 10 Мб/сек или даже больше.

Не следует думать, однако, что коммутатор – это тот же мост, который добивается коммерческих успехов под новым именем; нынешнее поколение коммутаторов обладает над вчерашними мостами и техническими преимуществами.

В коммутаторах часто имеется высокопроизводительная объединительная панель, которая может обеспечивать очень большую пропускную способность, равную числу путей через маршрутизатор, помноженному на пропускную способность каждого пути – от 60 Мб/сек для 12-портового 10BaseT-коммутатора до многих гигабайт в секунду для крупных коммутаторов со 100 Мб/сек портами. В отличие от традиционных мостов оптимальная расстановка коммутаторов может обеспечить суммирование общей пропускной способности; когда все работает, как следует, каждый дополнительный коммутатор может увеличивать общую производительность системы.

Кроме того, коммутаторы могут использовать всякие хитрости, чтобы преодолеть некоторые из недостатков, присущих мостам. Некоторые коммутаторы прочитывают заголовки кадров и определяют протокол сетевого уровня. Пользуясь этой информацией, коммутатор может выборочно фильтровать определенные протоколы из соображений безопасности или производительности.

Другие коммутаторы творчески подходят к определению размеров буферов, стараясь бороться с явлением, известным как блокировка, когда одни пути сталкиваются с невозможностью завершить начатую работу или с задержками, несмотря на то, что доступны альтернативные пути. Успехи технологии Application Specific Integrated Circuit (ASIC) должны поддержать производительность коммутирующих устройств.

Если полнодуплексные или комбинированные 10 Мб/сек соединения с сервером (или магистралью) не устраняют узких мест, следующим шагом может быть добавление к коммутатору по крайней мере одного 100 Мб/сек порта. FDDI – зрелая, стандартизованная, широко распространенная технология. Одними из лидеров в комбинировании в коммутаторах технологий FDDI и Ethernet являются компании Net Worth (Irving, TX) и 3Com (Santa Clara, CA).

Для высокоскоростного соединения с сервером или магистралью альтернативой FDDI может быть 100BaseT Fast Ethernet. Grand Junction представила продукт с 24 выделенными 10 Мб/сек портами и двумя портами 100BaseT. Теоретически 100BaseT-коммутатор может превзойти коммутатор на базе FDDI, поскольку ему не потребуется выполнять функции транслирующего моста между FDDI и Ethernet.

Коммутаторы, включающие высокоскоростные порты, не требуют замены сетевых интерфейсных карт и проводки, с помощью которых присоединены рабочие станции и принтеры. Модернизация необходима только для серверов, маршрутизаторов, других коммутаторов, а также рабочих станций, требующих пропускной способности 100 Мб/сек.

Список литературы

1. Дорнани, Э. Ethernet выходит в глобальные сети / Э. Дорнани // LAN. Сетевые решения. – 2000. – № 11.
2. Нейман, В. И. Новое поколение систем коммутации / В. И. Нейман // Электросвязь. – 2001. – № 1.
3. Ефимушкин, В. Коммутация в сетях АТМ / В. Ефимушкин, Т. Ледовских // Сети. – 2000. – № 1.

АРХИТЕКТУРА КОММУТАТОРОВ

М. С. Юрлов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов

Самыми первыми устройствами, которые позволяли разъединять сеть на несколько доменов коллизий, были мосты. Они были портовыми. В ходе дальнейшего развития и совершенствования, мосты стали иметь много портов. Тогда их стали называть коммутаторами. Какое-то время два этих понятия использовались вместе, Но потом первый термин «мост», окончательно заменили на «коммутатор». Как правило, при проектировании с помощью коммутаторов соединяют несколько доменов коллизий локальной сети между собой. Обычно их бывает не более двух, что приводит к наиболее максимально эффективному управлению трафиком. Следует отметить, что коммутаторы могут управлять трафиком на основе протокола канального уровня модели OSI, именно поэтому он в состоянии контролировать MAC адреса подключенных к нему устройств и обеспечивать трансляцию пакетов из стандарта в стандарт. Наиболее удачные результаты данной возможности представляются в коммутаторах уровня 3. Благодаря коммутатору становится возможным пересылать пакеты между несколькими сегментами сети. Коммутатор, своего рода, обучающее устройство. Некоторые коммутаторы не помещают все пакеты, которые приходят в буфер. Это может происходить только в случае:

- необходимости согласования скорости передачи;
- необходимости согласования адреса назначения, которые не содержится в адресной таблице;
- если порт занят и коммутирует пакеты «на лету», в то время, как в него должен быть отправлен пакет.

Задачей коммутатора является анализ адреса назначения в заголовке пакета. Затем коммутатор производит сверку с адресной таблицей и с небольшой

задержкой в 30...40 мс, тут же отправляет пакет в соответствующий порт. Когда пакет еще целиком не прошел через входной порт, его заголовок уже передается через выходной. Основным недостатком работы коммутаторов является работа по алгоритму «устаревания адресов», т.е., когда проходит определенное время, в том случае, если не происходило обращений по данному адресу, тогда он удаляется из адресной таблицы. Соединяясь друг с другом, коммутаторы поддерживают режим полного дуплекса. В этом режиме передача и прием данных происходит одновременно. Благодаря данному режиму, скорость передачи данных повышается в два раза. Если соединяются несколько коммутаторов, то вполне можно добиться еще большей пиковой производительности. Таким образом, актуальность данной темы связана с огромным влиянием коммутаторов на повседневную жизнь. Их усовершенствование во многом влияет на эффективность поставленного результата. Основной целью работы является рассмотрение архитектуры коммутаторов.

Заключение

Популярность сети Интернет, а так же и корпоративных сетей Intranets привела к значительному росту уровня сетевого трафика. В современном мире невозможно представить жизнь без Интернета. Он охватывает все сферы жизни – дома, на работе, в офисе и т.д. Это является следствием актуальности вопроса совершенствования доступности. Если говорить о сетях передачи данных, то это относительно молодая технология, которая прочно вошла в жизнь современного человека. На глобальные сети опираются деятельность силовых структур, банковских и биржевых систем, бизнес-операции и управление компаниями и корпорациями, медицина и образование. Они начинают конкурировать с существующими телекоммуникационными сетями. Высокоскоростные коммутаторы предназначены для передачи данных от отправителя к получателю, поэтому, особенность архитектуры коммутаторов будет определяться сетевой технологией. Коммутаторы выполняют достаточно широкий перечень функций, но основными являются маршрутизация и разрешение конфликтов,

которые возникают, когда несколько одновременно прибывших пакетов конкурируют за один и тот же выходной порт. За счет доступа пользователей к удаленным ресурсам и серверам потоки трафика становятся все менее локальными. Увеличение потока данных и делокализация трафика ведут к перегрузке маршрутизаторов. Большинство производителей сетевого оборудования пытаются решить данную задачу на сетевом уровне, который также называется третьим уровнем. Коммутация на сетевом уровне сможет обеспечить сочетание разумности маршрутизаторов и скорости коммутаторов. Традиционные коммутаторы работают на уровне 2. На уровне 3 маршрутизаторы выполняют свои функции на основе информации об адресах, которые используются сетевыми протоколами типа IP и IPX. Для того, чтобы получались коммутаторы 3 уровня, производители добавляют в коммутаторы средства работы с адресами сетевого уровня. За все время разработки данных устройств, в данной сфере сложилось три основных варианта коммутации на уровне 3. Их поддерживают разные производители:

- коммутаторы потоков (Flow Switching);
- маршрутизирующие коммутаторы (Routing Switches);
- коммутирующие маршрутизаторы (Switched Routing).

Список литературы

1. Розенкноп, В. Д. Применение персональных ЭВМ для логического исследования инверторов по схемам кольцевых коммутаторов / В.Д. Розенкноп, И. Б. Лащивер, О. И. Шустер // Труды ВНИИЭМ. – М., 1986. – Т. 79. – С. 95 – 100.
2. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. – 4-е изд., стер. – СПб. : Питер, 2011.
3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / ред. В. Н. Гордиенко, В. И. Крухмалев. – М. : Горячая линия-Телеком, 2004.

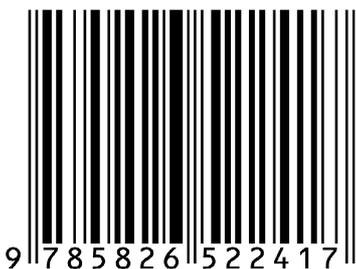
Научное электронное издание

ЭНЕРГЕТИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Сборник научных статей магистрантов

Редактирование Е. С. Мордасовой
Компьютерное макетирование М. А. Евсейчевой

ISBN 978-5-8265-2241-7



Подписано к использованию 25.05.2020.

Тираж 100 шт. Заказ № 52

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Тел. 8(4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@tstu.ru