

3. Патуров В.В. Технология полимербетонов. Физико-химические основы. – М.: Стройиздат, 1977.– 236 с.

4. Беляев В.Е. Разработка основ расчета армополимер-бетонных конструкций на совместные силовые и температурные воздействия с учетом влияния длительных процессов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1985. – 40 с.

5. Беляев В.Е., Яковлев В.М. Влияние повышенной температуры на прочность и деформативность полимербетонных конструкций // Исслед. строит. конструкций с применением полимер. материалов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. – С. 28-36.

6. Перельгин Л.М. Древесиноведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1969.– 316 с.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В РАДИОТЕХНИКЕ

Федоров А.Я., Мелентьева Т.А.,
Мелентьева М.А.

*Тулский институт управления и бизнеса
им. Н.Д. Демидова;*

*Тулский педагогический университет
им. Л.Н. Толстого;*

*Российская музыкальная академия
им. Гнесиных, Тула, e-mail: afedal520@yandex.ru*

Спектральный (частотный) метод исследования процессов в электрических цепях основан на использовании понятий спектров воздействующих импульсов и частотных свойств цепей. Особенно широко его применение в радиотехнике при рассмотрении вопросов прохождения модулированных колебаний через усилители, фильтры и другие устройства, в импульсной технике при рассмотрении вопросов прохождения через четырехполюсники коротких импульсов длительностью порядка нескольких микросекунд, а в некоторых случаях даже нескольких наносекунд. Допускается, чтобы модулированное колебание или соответственно импульс, пройдя через четырехполюсник, изменился по амплитуде, на некоторое время t_0 запоздал во времени, но не допустимо, чтобы существенно изменилась форма импульса (колебания) на выходе по сравнению с формой импульса (колебания) на входе. Недопустимость изменения формы импульса (колебания) следует из того, что именно в форме импульса (колебания) заключена информация, которую он несет.

В последнее время все более широкое распространение получает процесс сварки с колебаниями электрода относительно свариваемых деталей. Колебания повышают качество сварочного соединения за счет более равномерного прогрева листов и перемешивания ванны расплавленного металла [1]. При этом колебания могут иметь различный вид: поперечные и продольные относительно стыка, круговые, эллиптические и другие.

Положим, что есть несколько однотипных систем (усилители, фильтры и четырехполюсники), находящихся в одинаковых условиях, и в них происходят в принципе одинаковые процессы. В силу влияния на процесс различных случайных факторов, имеющих вероятностный

характер, процессы в системах могут несколько отличаться друг от друга.

Для стационарных процессов среднее по множеству – это обозначается \bar{X} – равно среднему по времени – обозначается $\langle x \rangle$, т.е. $\bar{X} = \langle x \rangle$. Это положение называется эргодической теоремой (гипотезой) [2]. Эргодическая теорема служит основанием для того, чтобы, обработав всего одну из временных зависимостей $x(t)$, полученную экспериментально, судить о статистических свойствах всех зависимостей $x(t)$ при стационарном случайном процессе в изучаемой системе. Для характеристики стационарных случайных процессов $x(t)$ вводят автокорреляционную функцию и взаимную корреляционную функции.

Автокорреляционная функция $R(\tau)$ является мерой взаимной связи функции $x(t)$ и функции $x(t + \tau)$ смещенной по отношению к $x(t)$ на время τ :

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t)x(t + \tau) dt, \quad (1)$$

где T – период стохастической функции. Опишем свойства автокорреляционной функции:

1) $R(\tau)$ – функция четная, т.е. $R(-\tau) = R(\tau)$. В этом можно убедиться, введя в (1) новую переменную $t_1 = t + \tau$;

2) если $x(t)$ – функция периодическая, то $R(\tau)$ для нее может быть представлена в суммы автокорреляционных функций от постоянной и от синусоидально изменяющихся составляющих;

3) если в $x(t)$ имеются гармонические составляющие, то $R(\tau)$ не содержит информации о начальных фазах гармонических составляющих;

4) для $x(t)$ без постоянной и гармонических составляющих $R(\tau)$ максимальна при $\tau = 0$;

5) для случайных функций времени без постоянной и гармонических составляющих $R(\tau)$ уменьшается с увеличением τ и уже при сравнительно небольших τ стремится к нулю. Объясняется это тем, что для чисто случайного процесса значение $x(t + \tau)$ уже при относительно небольшом τ не зависит от того значения, при котором имела функция $x(t)$ в момент времени t . Такое поведение функции $x(t)$ представляет собой белый шум.

Было установлено, что источники шума в нелинейных динамических системах могут индуцировать принципиально новые режимы функционирования, не реализуемые в отсутствие шума – например, индуцированные шумом незатухающие колебания [3]. Эти эффекты получили название индуцированных шумом переходов. В нелинейных динамических системах шум может играть конструктивную или полезную роль.

Одним из наиболее ярких и относительно простых примеров указанного типа поведения нелинейных систем является эффект стохастического резонанса (СР). Термин стохастиче-

ский резонанс был введен авторами работ [4] в 1981 – 1982 гг. на основе исследований модели бистабильного осциллятора, предложенной для описания периодичности и наступления ледниковых периодов на Земле. Модель описывает движение частицы в симметричном двухъямном потенциале под действием периодической силы в условиях большого трения. Устойчивые положения частицы соответствовали ледниковому периоду и нормальному климату Земли. В роли периодической силы выступали колебания эксцентриситета орбиты Земли, изменяя энергетический баланс с периодом 10^5 лет.

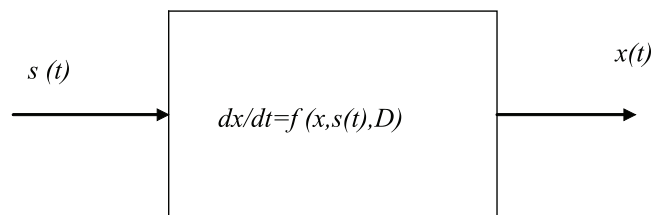
В последней четверти XX в. началось резкое потепление глобального климата, которое в бореальных областях сказывается уменьшением количества морозных зим. Средняя температура приземного слоя воздуха за последние 25 лет возросла на $0,7^\circ\text{C}$. В экстремальной зоне она не изменилась, но чем ближе к полюсам, тем потепление заметнее [5]. Температура подледной воды в районе Северного полюса возросла почти на два градуса, вследствие чего началось подтаивание льда снизу.

Расчеты показали, что реальная амплитуда периодической силы оказалась малой и не обеспечивала переключений системы из одного состояния в другое. Возможность переключений была достигнута введением дополнительной случайной силы (флуктуации атмосферы). Подобно прыжкам броуновских частиц в двухъямном силовом поле из одного устойчивого состояния в другое, атмосферные флуктуации индуцировали климатические изменения (переходы) от устойчивого холодного периода к теплоте и наоборот. Фундаментальным результатом при исследовании данной модели явилось то, что нами удалось найти последовательность

упорядоченных во времени переходов. Климат практически следовал за чрезвычайно малым внешним периодическим возмущением при конечной интенсивности шума в атмосфере.

Общая схема стохастического резонанса показана на рисунке. Этот эффект определяет группу явлений, при котором упорядоченный отклик нелинейной системы на слабые внешние сигналы заметно усиливается при оптимальной (отличной от нуля) интенсивности шума. Интегральные характеристики процесса – такие, как коэффициент усиления, отношение сигнал/шум или значение входной/выходной взаимной корреляции на выходе системы имеют в этом случае отчетливо выраженный максимум. В тоже время энтропия как мера степени беспорядка достигает минимума, свидетельствуя о возрастании степени индуцированного шумом порядка [6].

В настоящее время эффект СР можно рассматривать как хорошо известную особенность поведения нелинейных стохастических систем [7]. Он был обнаружен и исследован во многих бистабильных системах: триггере Шмидта, кольцевом лазере [8–10], магнитных системах, пассивных оптических бистабильных системах, системах с электронным парамагнитным резонансом, экспериментом с броуновскими частицами. Кроме того, он исследован в следующих системах: магнитно-эластичной, туннельном диоде, сверхпроводящих квантовых интерферометрах (SCUID) ферромагнетиках и сегнетоэлектриках. Нелинейная зашумленная резонатора с временным масштабом, определяемым интенсивностью шума D под воздействием упорядоченного сигнала $s(t)$ определяется входным сигналом и нелинейной функцией $f(x, s(t), D)$. Отклик системы управляется входным сигналом при оптимальном выбранном уровне шума.



Общая схема стохастического резонатора

Рассмотрим качественно движение броуновской частицы в системе с симметричным бистабильным потенциалом $U(x) = -0,5x^2 + 0,25x^4$ в условиях действия слабого периодического возмущения $A \sin \omega t$. Система имеет два временных масштаба. Один обусловлен случайным блужданием частицы в окрестности одного из состояний равновесия, которые называются внутриямной или локальной динамикой. В случае глубоких потенциальных ям и не слишком большого шума этот временной масштаб не зависит от уровня шума.

Второй временной масштаб характеризует среднее время перехода через потенциальный

барьер (глобальная динамика). В частотной области ему отвечает средняя скорость (или частота) выхода из метастабильного состояния – скорость Крамерса.

Для случая белого шума, параболических потенциальных ям и относительно высоких потенциальных барьеров скорость Крамерса задается законом Аррениуса:

$$r = \nu \exp(-\Delta U_0 / D), \quad (2)$$

где ν – коэффициент, определяемый кривизной потенциальных ям и барьеров; ΔU_0 – высота потенциального барьера. Формула (2) опреде-

ляет скорость релаксации в линейном режиме в окрестности одного из состояний равновесия. Из этого следует, что в сравнении с глобальной динамикой время релаксации всегда оказывается меньше. Разделение двух временных масштабов и, как следствие, нелинейный режим, который строго зависит от уровня шума, достигаются при условии, что высота потенциального барьера больше интенсивности шума.

Рассмотрим ламповый генератор с колебательным контуром в цепи анода. Предполагается, что сеточное смещение и анодное напряжение постоянны [11]. В автоколебательной системе мгновенное значение анодного тока I_a вследствие дробовых флуктуаций отличается от среднего значения тока I_a^* на случайную величину $I_f(t)$ (флуктуационная компонента анодного тока). Если пренебречь реакцией анодной нагрузки и сеточным током ($I_c = 0$), то можно получить уравнение колебаний рассматриваемой колебательной системы:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = \varepsilon \omega_0 \left(1 - \frac{4 \left(\frac{dx}{dt} \right)^2}{3 \omega_0^2 A^2} \right) \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 \varepsilon \xi(t), \quad (3)$$

где ω_0 – частота колебательного контура; ε – малый параметр; A_0 – амплитуда колебаний сеточного напряжения, $\xi(t)$ – случайная функция, происхождение которой обусловлено дробовыми флуктуациями анодного тока. Дифференциальное уравнение второго порядка (3) описывает колебания автоколебательной системы.

Важно отметить, что происхождение флуктуационного члена $\varepsilon \xi(t)$ может обуславливаться не дробовыми флуктуациями анодного тока, а внешними шумами. В предположении отсутствия корреляции моментов пролета различных электронов или кратковременности этих корреляций корреляционная функция флуктуационной составляющей анодного тока имеет δ – образный вид:

$$R_{I_f}(t, \tau) = \Gamma^2 e I_a^* \delta(t - \tau), \quad (4)$$

где Γ^2 – коэффициент депрессии дробового шума; e – заряд электрона. Пользуясь соотношением (4), находим корреляционную функцию и спектральную плотность величины $\xi(t)$:

$$R_{\xi}(\tau) = \Gamma^2 e I_a^* \left(\frac{\omega_0 M}{\varepsilon} \right)^2 \delta(\tau);$$

$$S_{\xi}(\omega) = 2 \Gamma^2 e I_a^* \left(\frac{\omega_0 M}{\varepsilon} \right). \quad (5)$$

Это означает, что случайный процесс $\xi(t)$ является белым шумом, действующим на рассматриваемую систему, поскольку $\xi(t)$ имеет δ -образную корреляционную функцию и постоянную спектральную плотность.

Воздействию магнитных полей посвящено значительное число работ. Большое внимание уделяется электромагнитной безопасности рабочих и служащих, подверженных воздействию этого неионизирующего излучения. Это важно учитывать и при разработке требований, предъявляемых к вновь создаваемым устройствам и терапевтическим установкам [12]. Вопрос о выборе индивидуальной дозы воздействия на организм до сегодняшнего дня остается открытым. Существенная сложность возникает при определении влияния магнитного поля на такую биологическую ткань, как нервная, которая первая реагирует на все внешние факторы и посредством которой осуществляются регуляторные воздействия на все функциональные системы организма. Все электромагнитные поля подчиняются законам термодинамики и влияют на передачу раздражителя по сенсорному элементу.

Последние достижения в области физики и химии делают все более затруднительным принятие представлений о необратимости [13–14], выраженным вторым законом термодинамики. Необратимость играет важную конструктивную роль в процессах, представляющих первостепенный интерес для столь различных областей науки, как биологии так космологии. Возможность возникновения самоорганизации (т.н. диссипативных структур) в ситуациях, далеких от равновесия, особую роль необратимости всей Вселенной – в целом все это свидетельствует о том, что второе начало термодинамики по своему характеру более фундаментально, чем принято считать. В качестве физического факта мы приняли закон возрастания энтропии и вытекающее из нее существование «стрелы времени».

Список литературы

1. Панарин В.М. Методы и средства автоматизации процесса электродуговой сварки протяженных швов: автореф. д-ра дис. ... – Тула: Из-во «ТулГУ», 1999. – 139 с.
2. Николис Г, Пригожин И. Познание сложного. – М.: Из-во «Мир», 1990. – С. 197.
3. Horsthemke W., Lefever R. Noise – induced Transitions // Theory and Applications in Physics, Chemistry and Biology. – 1981. – P. 673–682.
4. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах / В.С. Анищенко, В.В. Астахов, Т.Е. Вадинова, А.Б. Нейман, Г.И. Стрелкова, Л. Шиманский – Гайер. – М.: Из-во «Институт компьютерных исследований», 2003. – С. 352–355.
5. Яншин А.Л. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века // Экология и жизнь. – 2001. – № 1. – С. 43.
6. Анищенко В.С., Нейман А.Б., Мосс Ф., Шиманский – Гайер Л. Стохастический резонанс в нелинейных системах // УФН. – 1999. – т. 7. – С. 1345–1386.
7. Moss F., McClintock P.V.E. Noise in Nonlinear Dynamical Systems. – С.: eds. «Cambridge University Press», 1990. – 143 p.
8. Квантовая радиофизика / под ред. В.И. Чижика. – СПб.: Из-во «СПбУ», 2004. – 688 с.
9. Хакен Г. Синергетика. – М.: Из-во «Мир», 1980. – 404 с.
10. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. Спектральные методы в радиотехнике. – URL: www.econf.rae.ru.
11. Стратонович Р.Л. Избранные вопросы теории флуктуаций в радиотехнике. – М.: Из-во «Советское радио», 1961. – 556 с.

12. Хохлова Н.Ю., Овчинников Е.Л. Моделирование механизма влияния постоянного магнитного поля на нейропроцессы. – Тула: Из-во «ТулГУ». Серия «Экология и рациональное природопользование», 2006. – Вып. 2. – С. 182.

13. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А.. Внутреннее время. – М.: Из-во «УРКО», 2004. – С. 95–98.

14. Пригожин И. От существующему к возникающему. – М.: Из-во «УРСС», 2002. – 288 с.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: КОММУНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Ященко А.В.

Филиал ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Геленджик

Процесс реформирования электроэнергетики затрагивает многие стороны жизни гражданина страны: с точки зрения благосостояния его интересует, как поведут себя тарифы на электроэнергию, с хозяйственно-бытовой позиции – как реформа отразится на качестве и надежности энергоснабжения. Для хозяйствующих субъектов вышеперечисленные вопросы также актуальны, тем более что одновременно с реформой электроэнергетики в стране началась реформа сектора ЖКХ, являющегося одной из самых плохо регулируемых и непрозрачных монополий в стране.

Проблема увязки реформы электроэнергетики и ЖКХ очевидна: ЖКХ является одним из крупнейших потребителей электрической энергии в стране, и от того, в каком состоянии находится отрасль, напрямую зависит надежность и бесперебойность снабжения энергией конечных потребителей – населения, бюджетных организаций, непромышленных потребителей. Таким образом, мы полагаем, что:

- Реформа «большой» электроэнергетики невозможна без реформирования «малой» коммунальной энергетики.

- Потребители не должны почувствовать ухудшения качества либо надежности энергоснабжения, а также значительного изменения стоимости энергоснабжения.

- Региональные компании коммунальной энергетики сегодня находятся в тяжелом финансовом положении, что обусловлено несвоевременным и некачественным регулированием тарифов, неэффективным управлением со стороны собственников (муниципалитетов, администраций регионов).

Следовательно, существует необходимость разработки методических основ увязки в организационно-экономическом плане реформирования коммунальной и «большой» энергетики, в особенности на региональном уровне.

Реформа призвана решить задачи, как:

- модернизация мощностей ЖКХ и жилищного фонда;
- перевод ЖКХ на рыночные правила работы (с упразднением государственной монопо-

лии, с привлечением частного бизнеса и созданием конкуренции);

- достижение высокого уровня качества коммунальных услуг и соблюдение социальных гарантий [1].

Начавшийся в 1992 г. переход России к рыночной экономике сопровождался реформированием электроэнергетики, созданием акционированных и частично приватизированных электроэнергетических компаний. Создание РАО «ЕЭС России» позволило при делении единой энергосистемы Советского Союза на национальные компоненты сохранить в России принципы и методы ее работы, обеспечить в период перехода от централизованного планирования к рыночным отношениям надежное энергоснабжение потребителей.

На основе электрических сетей напряжением 220 кВ и выше, принадлежащих РАО «ЕЭС России», создан федеральный оптовый рынок электроэнергии и мощности (ФОРЭМ). Участниками ФОРЭМ являются АО-энерго, АО-электростанции, все АЭС, а также небольшое число крупных потребителей. Государственное регулирование тарифов на электроэнергию и мощности на ФОРЭМ осуществляется Федеральной энергетической комиссией (ФЭК) РФ. На региональных рынках регулирование тарифов проводится уполномоченными органами исполнительной власти субъектов федерации.

Таким образом, в электроэнергетике образовалась новая система имущественных прав и рыночных отношений, что существенно трансформировало условия развития и финансово-экономическую деятельность электроэнергетики.

Второй этап реформирования (либерализация рынка) начался 28 апреля 1997 года, когда вышел в свет Указ Президента РФ № 426 «Об Основных положениях структурной реформы в сферах естественных монополий».

Заново реформирование стартовало в 2000 г., когда Правительство РФ в лице своих представителей в органах управления поручило РАО ЕЭС России разработать проект Концепции реструктуризации РАО «ЕЭС России». Итогом работы явилась не только сама Концепция, но и принятое Правительством РФ 11 июля 2001 г. Постановление № 526 «О реформировании электроэнергетики российской федерации».

С 2003 г., с принятием пакета федеральных законов начался непосредственно процесс реформирования. С этого момента реформирование вступило в активную стадию, и структура отрасли была изменена практически полностью: региональные вертикально интегрированные компании исчезли, разделившись по видам деятельности, вместо них теперь действуют сетевая компания, генерирующая компания, энергосбытовая компания. Функции диспетчерского управления отданы филиалу ОАО «Системный оператор». Вслед за разделением РАО «ЕЭС Рос-