

Доклад на XXXIX международной научной конференции по электрификации, посвященной 75-летию юбилею профессора Кудрина Б.И., Москва, 17-20 ноября 2009 г.

□ СТРУКТУРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ S-РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕХНОЦЕНОЗОВ (НА ПРИМЕРАХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕГИОНА, ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ И РЕГИОНОВ РОССИИ)

Фуфаев В.В., доктор технических наук, научный руководитель Центра системных исследований

Исследования динамики развития электрификации России, включая сравнение между отраслями, регионами, другими странами, является актуальным, наглядным, результативным для развития электроэнергетического потенциала, рынка производителей и потребителей электроэнергии. Анализ абсолютных показателей при росте электропотребления России или при его падении показывает неравномерный характер темпов прироста или спада электропотребления по регионам, отраслям, видам экономической деятельности, повторяющих неравномерность развития экономики. Структура абсолютного прироста или падения позволяют выявить лидеров роста или падения электропотребления предприятий, отраслей, регионов, субъектов Федерации России. Такие данные не достаточно характеризуют неравномерности концентрации экономической деятельности в абсолютном выражении. Само по себе знание о лидерах роста или спада в абсолютной величине не характеризует систему в целом. На фоне лидеров почти незаметен незначительный спад в условиях роста лидеров и незначительный рост в условиях всеобщего спада и маскируются данные об энергосберегающих субъектах. Остается скрытой информация о большой устойчивой группе субъектов, развивающихся энергоэффективно, устойчиво, конкурентоспособно, являющихся базой развития экономики в целом.

Устойчивый дефицит, сопровождающийся ростом потерь электроэнергии ряда регионов и избыточность других неоднократно ранее рассматривались [1,2,3,4]. Даже в кризисном марте 2009 года по данным системного оператора ЕЭС при общем падении электропотребления по России на 4-6% среди семи ОЭС есть увеличивающие электропотребление (ОЭС Ср. Волги на 4,2%, ОЭС Юга на 0,8%). За первый квартал 2009 г. падение по всем семи ОЭС, но интенсивность падения различается от -1,7% (ОЭС Востока) до -11,6% (ОЭС Ср. Волги). Всегда есть те, кто повышает свои темпы роста и те, кто их снижает. Возникает закономерный вопрос: какова же природа,

какие законы действуют в таких системах, которые заставляют структуру системы организовываться определенным устойчивым образом даже в периоды самых глобальных и сильных кризисов.

I. **Ранговый анализ.**

Одной из фундаментальных закономерностей целостных систем и, одновременно, информационным показателем структурной сложности является ранговое распределение по параметру электропотребления, от которого зависит как абсолютный рост электропотребления, так и энергосбережение. В качестве примера рассмотрены ранговые распределения объектов следующих ценозов: предприятий отрасли (черной металлургии по базе данных [1]), организаций региона (Хакасии [5]), регионов России [2]. По одному из распределений каждого ценоза приведено в таблице 1, где первый столбец – ранг объекта соответствующего ценоза из выстроенных по мере падения электропотребления, второй столбец организации региона, третий столбец – величина электропотребления объекта в условных кВт.ч.; четвертый и пятый столбец – аналогично для предприятий отрасли; шестой и седьмой – для регионов в составе России.

В графическом виде ранговое распределение представляет собой ряд, где по оси абсцисс откладывается ранг объекта, по оси ординат величина параметра.

Распределение

описывается выражением:

$$, \quad (1)$$

где r - ранг объекта, A_1 – коэффициент (электропотребление самого крупного объекта), β - характеристический показатель. Характеристический показатель для всех выборок находится в пределах

$\beta = 1,0 - 2,0$. По одному из ранговых распределений для трех типов ценозов проиллюстрированы на рисунке 1

В различной литературе это распределения с длинными (тяжелыми) хвостами, известные как законы Ципфа (Зипфа), Мандельброта, Брэдфорда, Парето и др., которые подчиняются предельным негауссовым законам безгранично делимых распределений Леви, Гнеденко, Колмогорова, Хинчина. В обобщенном и наиболее разработанном виде это параметрические ранговые H-распределения научной

концепции техноценозов

Кудрина Б. И.

(
kudrinbi

.
ru

). На междисциплинарном уровне предложена третья парадигма сложности в синергетике в последнее время так же обратилась к степенным распределениям [6].

II. Структурно-топологический анализ.

С переходом от рассмотрения статики ("временных срезов" на рис. 1) к рассмотрению динамики рангового распределения происходит смещение акцентов - осуществляется переход от изучения состояния структуры системы к изучению процессов в этой структуре. Возможны два подхода к рассмотрению рангового распределения во времени: динамика первого рода и динамика второго рода, которой является структурно-топологическая динамика [6]. По-сути, введением в 1990 г. [7] понятия структурно-топологической динамики, предложена вторая парадигма в методологии рассмотрения целостных сложных систем как ценозов, к которым относятся и системы типа электропотребление предприятий отрасли, организаций региона, регионов страны.

Структурно-топологическая динамика получается добавлением к осям рангового распределения третьей оси – времени, исключая этап аппроксимации. В результате получается совокупность траекторий случайных процессов изменения показателей электропотребления во времени рангово - упорядоченными объектами. Учитывая фрактальность и нелинейность всей картины траекторий выделенного ценоза подобное рассмотрение структуры открывает возможности соединения достижений общей теории ценозов и синергетики при рассмотрении динамики структуры сложных целостных систем, формирующихся по законам самоорганизации.

На рисунке 2 приведен фрагмент (не все траектории) типовой картины структурно-топологической динамики рангового распределения электропотребления регионов России за 10 лет. Для рангового распределения организаций Хакасии и предприятий черной металлургии картина аналогичная, но с более сложной многократно пересекающейся топологией траекторий по электропотреблению. Методология моделирования заключается в построении системы проранжированных моделей, которая может быть представлена двояко:

I.

В параметрической проекции координат (электропотребление-время), как система

уравнений

A

k

(t)

=

,

(2)

где A

k

(t)

—

значения электропотребления во времени для

k

-го объекта;

k

— общее количество объектов в выборке. Конкретные функции во времени для различных объектов могут быть различны.

II.

В ранговой проекции координат (ранг-время), как система уравнений

r

k

(

t

) =

,

(3)

где

r

k

(

t

) — значения рангов во времени для

k

-го объекта ранжирования;

k

— общее количество объектов в выборке. Конкретные функции во времени для

различных объектов могут быть различны.

Анализ ранговой поверхности структурно-топологической динамики при разложении на две проекции (2) и (3) позволяет увидеть и формализовать двойственную природу объектов ценоза.

Параметрическая проекция системы координат (ПСК) отражает ту часть динамических свойств объекта (организации региона, предприятия отрасли или региона страны), которая отражает внутренние качества, факторы, влияющие на формирование объектом своего электропотребления. Ранговая проекция системы координат (РСК) отражает часть динамических свойств объекта, которая складывается под влиянием на этот объект динамики ценоза в целом. На рисунке 3 приведена проекция ранговой системы координат структурно-топологической динамики рангового распределения по электропотреблению организаций Хакасии. Для данного ценоза структурно-топологическая динамика имеет гораздо больший хаос, чем для регионов России (рис. 2). Смена «посетителей» рангов объектами очень высока.

Двойственная природа структурно-топологической динамики рангового распределения заключается в соединении меристического и холистического подходов.

Структурно-топологическая динамика отражает не только то, что происходит на макроскопическом уровне распределения (подчиняясь параметрам динамики первого рода ранговой поверхности в целом), но и то, что происходит на микроскопическом по отношению к ценозу в целом (фиксирует отдельные траектории). Подход охватывает оба уровня и урорвень динамических свойств системы в целом и уровень совокупности динамических свойств ее частей.

Применительно к целостности позиция меризма выражается в утверждении, что целостность (ценоз) есть простая сумма свойств элементов. Согласно холистской концепции, помимо суммируемых свойств

элементов в системе присутствует некий специфический фактор «

X
», который порожден совокупностью свойств элементов целостности не являясь их суммой,

организует всю структуру и влияет на функционирование и развитие каждого элемента.

Этот фактор «

X
» непознаваем, неформализуем, но может быть учтен специальными методами. В количественном аспекте целое есть сумма частей, в качественном — целое есть нечто большее, чем сумма частей. Именно эти свойства и выражены в двойственной природе структурно-топологической самоорганизации.

Высокий коэффициент конкордации [5] траекторий (2) и (3) говорит о существенной взаимосогласованности траекторий во времени, что позволяет говорить о наличии механизма самоорганизации ранговых распределений. При этом ранговая структура в целом определяется характеристическим ранговым показателем

?

как некоторым аналогом

синергетического «параметра порядка».

Явление ценологической согласованности в структурно-топологической динамике (аналог синергетичности структуры ценоза) является фундаментом устойчивости рангового распределения, взаимосвязи на высшем уровне тенденций развития объектов одного целостного ценоза, что обуславливается природными, административными, территориальными, техническими и прочими факторами.

Методологически структурно-топологический анализ реализован применительно к

ценологическому определению параметров электропотребления, надежности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона [5] и активно используется в научно-исследовательских разработках научной школы профессора Б.И. Кудрина

. Наиболее активно развивает ранговый анализ техноценозов с использованием структурно-топологического анализа научная группа под руководством профессора В.И. Гнатюка,

которая

достаточно хорошо разработала прикладное программное обеспечение рангового анализа при оптимизации и прогнозировании структуры техноценозов, назвав при этом композицию динамики рангового распределения первого рода и структурно-топологического анализа, по своему, как

GZ

– методологию

[8]

.

III. S-распределение структурно-топологической самоорганизации электропотребления техноценозов.

Дальнейшее развитие структурно-топологического анализа необходимо основывать на принципах изучения и формализации динамических закономерностей самоорганизации. Для объектов, которыми выступают электропотребления организаций

региона или предприятий отрасли, а также объектов, которыми выступают электропотребления регионов страны установлена еще одна устойчивая закономерность динамического баланса [9].

Закономерность заключается в следующем.

С течением времени объекты меняют ранги, как бы осуществляя перескок в сторону низкого ранга – минус (первых мест с большим значением показателя) или в сторону высокого ранга – плюс (последних мест с меньшими значениями показателя).

Траектории структурно-топологической динамики в проекции координат «ранг – время» пообъектно приведены на рисунке 3. Закономерности перескоков объектов по рангам

в системе координат

ранг-время

отражают влияние динамики ценоза на объект, характеризуют качественные изменения в структуре электропотребления.

Траектория во времени отдельного объекта в системе координат

r

=

f

(

t

)

является объективным показателем степени взаимосвязи топологических характеристик объекта с топологическими свойствами остальных объектов популяции или ценоза.

Тренд («конкурентная скорость») «ухода» объекта

в хвост рангового распределения во времени (роста ранга) может не совпадать со скоростью роста абсолютного показателя электропотребления в кВтч («ухода» объекта в голову рангового распределения). Это объясняется «отставанием» в скорости роста от соседей по ценозу. Т

раектории перескоков объектов по рангам в первом приближении можно описать линейными трендами, получив, тем самым конкурентные скорости (угловой коэффициент), угол ?

r

. На рисунке 4 приведены два типовых случая предприятий: с положительным и отрицательным углом коэффициента. Третий типовой случай – нулевое значение. Угловой коэффициент является показателем популяционно-ценологической оценки конкурентоспособности (живучести) объектов рангового распределения [5], интенсивности электропотребления.

Ранжирование по уменьшению абсолютных значений

угловых коэффициентов ?

r

представляет собой

S

-образное распределение, которое названо

[9]

«ранг-размерным

S

-распределением конкурентных скоростей (интенсивностей) структурно-топологической самоорганизации» (

Speed

– распределение) -

S

(

r

). Для рассматриваемых трех типов техноценозов

S

-распределение

приведено на рисунках 5, 6, 7.

Для дальнейших исследований изменен знак углового коэффициента на противоположный таким образом, что $+r$ присвоен объектам, вектор скорости которых направлен на первые места в ранговом распределении (увеличение интенсивности электропотребления), а $-r$ – на последние места (снижение интенсивности электропотребления).

Математическая модель

S

-распределения может быть записана в виде двух ветвей гиперболы [9]:

где

r

– целочисленные значения оси абсцисс;

S

– значения ?

r

на оси ординат;

N

- точка бифуркации перехода между положительными $+r$

r

и отрицательными $-r$

r

скоростям на оси абсцисс (делит

S

-распределение на две части $A=?$

r

+

и $B=?$

r

-

) на оси

Статья-доклад S-распределене

Автор: Administrator

23.02.2010 08:00 - Обновлено 23.02.2010 08:59

r
; K - общее количество проранжированных объектов в выборке;

S

1

,
 S

2

-

максимальные значения +?

r

и -?

r

; ?

1

, ?

2

- характеристические показатели для ранговых распределений положительных и отрицательных скоростей +?

r

и -?

r

.

Важнейшие характеристики

S

-распределения заключаются в следующих пунктах:

1.

S

-распределение представляет собой композицию

двух ранговых распределений с разными знаками: одно – для положительных интенсивностей +?

r

и второе – для отрицательных

-?

r

. При этом оба распределения описываются гиперболическими распределениями.

Значение рангового показателя

?

при этом является некоторой оценкой хаоса в ценозе. Чем меньше значение показателя, тем большие скорости у большинства объектов ценоза.

Для приведенных на рисунках 5, 6, 7

S

-распределений на рисунках 8,9,10 изображена аппроксимация в логарифмической системе координат и значения соответствующих ранговых показателей. Анализ распределений обеих веток

S

- распределений для рассматриваемых трех типов техноценозов показал, что обе ветки оказались разными по количеству объектов с разными знаками, разными по значению максимального значения скорости у первого объекта, но

почти с одинаковыми значениями рангового характеристического показателя. Значения рангового характеристического показателя везде оказались меньше двух. Этот факт согласно [11], опираясь на теорему Гнеденко-Деблина, говорит о неципфовости и негауссовости данных распределений. Основываясь на статистическом материале около 100 выборок может быть выдвинута гипотеза что

S

-распределения, являясь производными от негауссовых ранговых H-распределений относятся так же к классу устойчивых негауссовых распределений, характеризующих динамический баланс структуры ценоза.

2.

Точка бифуркации

. Композиция двух распределений имеет общую точку нулевой скорости

N

, одновременно являющейся и точкой стабильности для самого устойчивого объекта и точкой бифуркации для объектов конкурентно переходящих в зоны скоростей с различными знаками. Объект, находящийся в данной точке является полностью независимым от конкурентов

в борьбе за ресурс (непосредственно электропотребление, рабочая сила, административный ресурс, политическая, социальная среда и др.), от соседних предприятий

идуших в своем электропотреблении вверх или вниз по ранговому распределению

. Данный объект может устойчиво находиться в этом состоянии. Это крупнейший в регионе, градообразующий и т.д. объект или иной устойчиво функционирующий синхронно ценозу.

3.

Соотношение скоростей по знакам

.

Оказалось устойчивым

соотношение предприятий, идущих с различной скоростью в голову гиперболы на первые места рангового распределения, к предприятиям, уходящим с различной скоростью в хвост гиперболы на последние места рангового распределения. Это соотношение зоны активности A и

B

является важнейшей характеристикой

S

-распределения конкурентных скоростей и составляет 50:50% или 30:70%. Отметим, что гипотеза устойчивости систем типа ценоз, проверенная нами на популяциях ценозов другой природы (техноценозы, бизнесценозы, ценозы организаций, социоценозы и др.) предполагает устойчивость структуры конкурентных скоростей в пропорции 50:50%.

4.

Суперкаста

. Учитывая, что вокруг точки бифуркации как слева так и справа от нее располагаются предприятия с незначительным отличием от нулевого значения скорости и количество таких предприятий значительно, на

S

–распределении выделяется устойчивая суперкаста, равная сумме виртуальных каст ранговых распределений скоростей с различными знаками. Это двойная виртуальная зона малых скоростей изменений

– зона стабильности, зона минимального риска. Развитие

данных предприятий синхронизировано с ценозом в целом.

Размер суперкаты определяется на базе введенного в [10] деления рангового распределения на касты.

5.

Три зоны активности

. Первая зона – это зона высокой интенсивности электропотребления

– это предприятия с положительной скоростью за вычетом части суперкасты данной зоны. Вторая зона – это зона низкой интенсивности

электропотребления – это предприятия с отрицательной скоростью за вычетом части суперкасты данной зоны. Третья зона – это собственно суперкаста – зона ценологически устойчивого электропотребления.

Рассмотрение для прогнозирования отдельных траекторий субъектов потребления электроэнергии не отвечает требованиям современного этапа рыночного развития экономики. Для обеспечения реалистичности прогнозов электропотребления необходимо выявление закономерностей самоорганизации с определением лидеров и аутсайдеров в абсолютных показателях и конкурентных скоростей (интенсивности) в ранговой системе координат. Явление системного рассогласования структурно-топологической динамики скоростей

S

-распределения с динамикой общего ресурса (площадь под параметрическим ранговым N-распределением) в условиях отсутствия популяционно-ценологического (целостного) управления сообществом является одной из главных причин неэффективного функционирования и, в конечном итоге, финансового кризиса.

Формализация ранг-размерного

S

-распределения позволяет поставить вопрос об открытии нового типа закона

самоорганизации устойчивости (гомеостазиса) структуры класса H-распределений, являющегося фундаментальным для систем типа ценоз. Устойчивое

S

-распределение скоростей является ранг-размерным законом самоорганизации ранговых распределений в ценозах любой природы, обладающих структурно-топологической динамикой. Парадигма структурно-топологической ранг-размерной самоорганизации

S

-распределения открывает возможности с одной стороны применения аппарата нелинейной динамики и, с другой стороны, обогащения методов самоорганизации новым типом самоорганизации в микро- мезо- и макро- уровнях сложных систем наряду с когерентной самоорганизацией Хакена [12]

и континуальной самоорганизацией Руденко [13].

Совокупный по структуре ценоза эффект перескока по рангам в структурно-топологической динамике может быть описан теоретически моделью, которая формализует диссипацию и флуктуации, и, которая является одной из базовых, введенных основателями синергетики [12]. Уравнение (4), называемое уравнением Фоккера-Планка, описывает изменение с течением времени распределения вероятностей для частицы (применительно к ранговому распределению – распределение вероятностей для объекта по занимаемому рангу):

,

(4)

K

=

?q

– коэффициент дрейфа (в структурно-топологической динамике перемешивание по рангам);

Q

- коэффициент диффузии.

Когда уравнение точное – это случай гауссовых флуктуационных сил. Коэффициент диффузии напрямую связан с эффектами рассеяния (высока доля малых, при этом высокий коэффициент диффузии) и эффектом концентрации (укрупнение нескольких при низком коэффициенте диффузии). Применительно к структурно-топологической самоорганизации - чем выше коэффициент дрейфа, тем больше перемешивание по рангам объектов, чем он ниже тем больше объекты не меняют ранги во времени.

Уравнение Фоккера-Планка имеет непосредственную связь с

S

-распределениями.

Данная модель возвращает к проблеме теоретической схемы порождения рангового распределения. Может быть предложен другой взгляд на проблему «порождения»,

закрывающийся в отказе от проблемы вообще. Когда в газе рассматривают вероятность местоположения частицы, то не описывают как сосуд заполнялся когда-то из одной частицы и т.д. Рассматривается сразу имеющийся газ

определенной плотности

в сосуде и

описывается уравнениями вероятности нахождения частиц в будущем (без предыстории порождения). Таким же образом

и применительно к ранговой

структуре - статистически имеем уже сложившуюся структуру под воздействием бесконечного множества факторов, которые невозможно имитировать из-за негауссовой природы порождения. Изучая динамические характеристики структурно-топологической динамики как исходные для калибровки модели

можем имитировать процесс будущего поведения ранговой структуры как в целом, опираясь как на динамику первого рода, так и по каждой точке опираясь на структурно-топологическую динамику, включая моделирование

S
-распределений. В этом собственно заключается ценологическая технология прогноза. Знание закона ранг-размерной самоорганизации формализованного в

S
-распределении скоростей (интенсивностей) позволяет более эффективно решать задачи электроэнергетики различных уровней
в области проектирования систем электроснабжения, обеспечения функционирования и энергосбережения предприятий, организаций, учреждений регионов
: формализовать механизм самоорганизации ранговых распределений по электропотреблению и получить тем самым инструментарий для управления процессами создания, функционирования; оценить конкурентные скорости объектов электропотребления; более адекватно оценивать рейтинги по электропотреблению предприятий, городов, отраслей, регионов, страны; сегментировать по динамичности электропотребления рынки электроэнергии; выполнять более точный прогноз базируясь на динамике структуры сложных объектов с механизмами не только организации но и самоорганизации; управлять процессом потребления электроэнергии; структурировать генерирующие мощности и электрические сети
по соотношению величин и видам традиционных и возобновляемых видов энергоресурсов
с учетом перспективной устойчивой динамики электропотребления сложными системами.

Библиографические ссылки.

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-е изд., переработ. и доп. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993 г. 2. Кудрин Б.И. Ценология. Технетика. Электрика.// Электронный ресурс: <http://www.kudrinbi.ru3>. Ре
йтинг российских регионов по электропотреблению // Электрика. № 6. 2001, № 10. 2007.
4.

Фуфаев В.В., Калашников Д.А. Оценка ценологического потенциала электропотребления российских регионов на основе рейтингов // Электрика. № 2. 2002. С. 10-18.
5.

Фуфаев В.В. Ценологическое определение параметров электропотребления, надежности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона. Москва: Центр системных исследований. 2000. 320 с.
6.

Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П. Нелинейная динамика и проблемы прогноза // Вестник Российской академии наук. Том 71. № 3. 2001. с. 210-232.
7.

Фуфаев В.В. Структурно-топологическая устойчивость динамики ценозов // Кибернетические системы ценозов: синтез и управление. М.: Наука, 1991. С.18-26.
8.

Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. М.: Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, 2005. 384 с. (<http://www.baltnet.ru/~gnatukvi>).
9.

Фуфаев В.В., Фуфаев В.Вл. Ранг-размерное S-распределение структурно-топологической динамики по электропотреблению // Современные проблемы науки и образования - 2009.-№6. - С.
3
10.

Фуфаев В.В. Рангово-интервальный структурно-топологический анализ ценозов // Философские основания технетики. Вып. 19. Ценологические исследования. – М.: Центр системных исследований, 2002. С. 433-444.
11.

Хайтун С.Д. Наукометрия. М.: Наука, 1983. 344 с.
12.

Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, М., 1980. 404 с.
13.

Руденко А.П. Самоорганизация и синергетика // Синергетика. Т.3. М.: Изд-во МГУ, 2000.

Статья-доклад S-распределене

Автор: Administrator

23.02.2010 08:00 - Обновлено 23.02.2010 08:59

C. 61-99.