

15. Там же, с. 48—50.
16. Резникова Ж. И. Межвидовые отношения муравьев. Новосибирск: Наука, 1983. 206 с.
17. Хайтун С. Д. Эволюция Вселенной // Вопросы философии. 2004. № 10. С. 74—92.
18. Хайтун С. Д. Механика и необратимость. М.: Янус, 1996. 448 с.
19. Mandelbrot B. B. Fractals: Form, Change, and Dimension. San Francisco: Freeman, 1977. XVI + 365 p.
20. Тимашев С. Ф. Проявления макрофлуктуаций в динамике нелинейных систем // Журн. физич. химии. 1995. Т. 69. № 8. С. 1349.
21. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Нелинейность. Новые проблемы, новые возможности / Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996. С. 165—190.
22. Хайтун С. Д. Фундаментальная сущность эволюции // Вопросы философии. 2001. № 2. С. 152—166.
23. Прохоров Ю. В., Розанов Ю. А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1973. 494 с.
24. Крамер Г. Математические основы статистики. М.: ИЛ, 1948. 632 с.
25. Гнеденко Б. В. К теории предельных теорем для сумм независимых случайных величин / Изв. АН СССР. Сер. Матем. 1939. С. 181—232; 643—657.
26. Doeblin W. Sur l'ensemble de puissances d'une loi de probabilité // Studia math. 1940. Vol. 9. P. 71—96.
27. Ravichandra Rao J. K. The distribution of scientific productivity and social change // J. Amer. Soc. Inform. Sci. 1980. Vol. 31. P. 111—122.
28. Урицкий В. М., Музалевская Н. И. Фрактальные структуры и процессы в биологии / Биомедицинская информатика. СПб.: СПИИ РАН, 1995. С. 84—129.
29. Потапов А. А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. М.: Логос, 2002. 644 с.
30. Gisiger T. Scale invariance in biology: Coincidence of footprint of a universal mechanism? // Biol. Rev. Camb. Phil. Soc. 2001. Vol. 76. № 2. P. 161—209.
31. Чайковский Ю. В. Эволюция. Вып. 22. "Ценологические исследования". М.: Центр системных исследований — ИИЕТ РАН, 2003. 472 с.

Общесценологический метод структурно-топологического анализа самоорганизующихся систем

В. В. Фуфаев

Центр системных исследований

Изложены методология исследования динамики структуры многовидовых сообществ и основы трансдисциплинарного метода структурно-топологического анализа поведения особей, популяций и каст ранговых и видовых гиперболических (степенных) распределений.

The methodology of research of dynamics of structure of multispecific communities and bases of an interdisciplinary method of the structurally-topological analysis of behaviour of individuals, populations and castes of ranked and specific hyperbolic (sedate) distributions is stated.

Самоорганизация в ценозы (био-, эко-, техно-, бизнес-, социо-, этно-, фарма-, сити-, мега- и др.) больших сложных структур, характеризующаяся наличием разных (сильных, средних и большого числа преимущественно слабых) связей между элементами-особями, устроенных фрактально и хаотически, делает актуальными исследования таких структур, моделируемых лишь негауссовыми распределениями. Важен поиск общего и особенного для объектов различной природы в целях наиболее эффективного воздействия. Для этого необходимо развивать общесценологические методы. Исследования "временных срезов" (статики структур ценозов различной природы) проводятся уже длительное время в различных науках: биологии, наукометрии, лингвистике, технетике и др., используя один и тот же тип распределения. Такие распределения Кудрин Б. И., обобщая [2—4], назвал H -распределениями (1) и (2) как более общей формой законов Ципфа, Парето, Лотки,

Уиллиса, Фишера, Мандельброта, Брэдфорда и др., основанных на предельных законах безгранично делимых распределений Леви П., Гнеденко Б. В., Колмогорова А. Н., Хинчина А. Я.

Модели H -распределения описывают статику ценоза — фиксированное соотношение, временной срез (фотография). *Ранговое* распределение описывает соотношение "крупное—мелкое":

$$\Lambda(r) = \frac{A}{r^\beta}, \quad (1)$$

где r — ранг; β — характеристический показатель рангового распределения;

видовое описывает соотношение в пропорциях численностей каст разнообразия

$$\Omega(x) = \frac{W_0}{x^{1+\alpha}}, \quad \gamma = 1 + \alpha, \quad W_0 = R^{1+\alpha}, \quad (2)$$

где α — характеристический показатель; W_0 — теоретическое значение первой точки, фактиче-

ски равное W_1 ; R — показатель объёма, ориентировочно оцениваемый количеством каст (каста — группа видов, каждый из которых представлен одинаковым количеством особей; популяции равной численности).

Исследование структур сообществ в динамике представляет определённые сложности ввиду трудности получения статистических данных, которые необходимы на значительных промежутках времени. При этом точный бухгалтерский учёт элементов-особей ценозов в таких областях как экономика, технетика и др. позволяет исследовать длинные ряды последовательных "временных срезов", получать модели, формализовать ценологические характеристики и по аналогии делать выводы для воздействия (в определённых пределах) на процессы самоорганизации в сложных системах ценологического типа любой природы. Получение общих и особенных статистических характеристик ценозов различной природы задаёт характеристики универсального моделирования структур ценозов моделью генератора H -распределения простых чисел Кудрина Б. И. [13].

1. Два рода динамики структуры ценозов. Предложено методологически принципиально рассматривать динамику структуры ценозов двояко как динамику первого и второго рода [9, 10].

Графически (рис. 1) динамика первого рода заключается в рассмотрении модели H -распределения, описываемой уравнениями (1) или (2) в функции времени, как некоторой поверхности, формализуемой моделированием основных параметров H -распределения во времени:

$$\text{рангового} — \Lambda(r, t) = \frac{A(t)}{r^{\beta(t)}}, \quad (3)$$

$$\text{видового} — \Omega(x, t) = \frac{W_0(t)}{x^{1+\alpha(t)}} = \left(\frac{R(t)}{x}\right)^{1+\alpha(t)}. \quad (4)$$

Методология рассмотрения динамики единая для ранговых и видовых H -распределений:

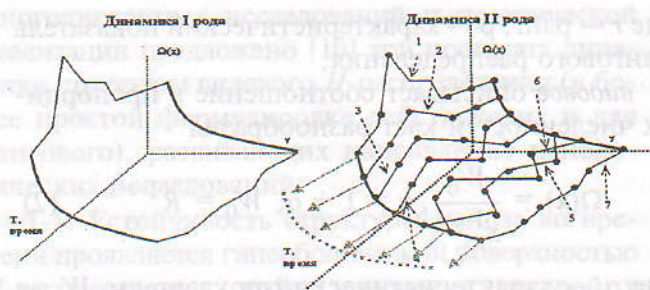


Рис. 1. Динамика H -распределения

в ранговом — это траектория ранга; в видовом — траектория численности особей или количества популяций в касте.

Полученная на основе динамики первого рода модель позволяет определить количественную сторону процесса — численность популяций видов и пропорции между ними, соотношение во времени количества редко и часто встречающихся видов, крупных и мелких объектов ценоза. Но, констатируя устойчивость формы H -распределения, описывающего структуру в целом, невозможно получить информацию о том, какие конкретно виды в очередном периоде встретятся и сколькими особями будет представлен каждый вид. Для решения этой задачи необходимо переходить к анализу динамики численности конкретных видов в рамках H -распределения, т. е. к анализу динамики второго рода или структурно-топологической динамике (СТД), которая заключается в рассмотрении каждой из точек рангового или видового распределения в функции времени, представляющих собой совокупность случайных процессов (совокупность траекторий 1—7 на поверхности H -распределения, рис. 2).

Результат исследования динамики по кастам видового H -распределения и закона распределения численностей каст, рассматриваемых как случайные процессы, аналогичен для структур ценозов электродвигателей завода, организаций города, больных офтальмологической больницы, потребляемых лекарственных средств региона и др.

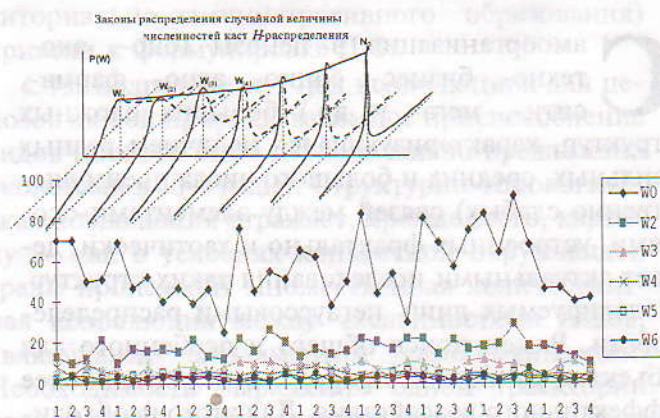


Рис. 2. Временная динамика численностей популяций ценоза по кастам H -распределения:

по оси абсцисс — время в кварталах, по оси ординат количество популяций в кастах видового H -распределения; $W_0 = W_1$ — число популяций, представленных одной особью (первая каста); W_2 — число популяций, представленных двумя особями (вторая каста); W_3 — число популяций, представленных тремя особями (третья каста) и т. д.; N_0 — последняя каста, образуемая одной популяцией, представленной самым большим количеством особей. В верхней части рисунка представлены законы распределения случайной величины численностей каст, изображённых в проекциях видового распределения динамики второго рода (см. рис. 1)

Методология моделирования структурно-топологической динамики заключается в построении системы моделей:

$$\text{для рангового} \quad \left\{ \begin{array}{l} A_1 = f(t) \\ A_2 = f(t) \\ \vdots \\ A_r = f(t), \end{array} \right. \quad (5)$$

где $A(r, t)$ — значения точек на ранговой поверхности (конкретные функции во времени для различных объектов (рангов) могут быть различны);

$$\text{для видового} \quad \left\{ \begin{array}{l} i_1 = f(t) \\ i_2 = f(t) \\ \dots \\ i_S = f(t), \end{array} \right. \quad (6)$$

где $i_1, i_2, \dots, i_S$ — число особей S -вида.

Структурно-топологическая динамика H -распределения ценозов имеет существенные особенности. При сохранении формы кривой во времени состав рангов на ранговом (или видов на видовом) изменяется, что является следствием равномерного перераспределения особей по структуре при развитии системы. Изменение размера для ранговых или численности особей любой из популяций видового не меняет форму H -распределения, устойчивость которой сохраняется в результате компенсации провалов и всплесков процессов "размножения" или "вымирания". Для оценки этой согласованности изменения траекторий СТД около поверхности H -распределения предложено [10] применять коэффициент конкордации Кендэла (Kendall):

$$\Psi = 12 \sum D^2 / m^2 (n^3 - n), \quad (7)$$

где n — количество рангов (или видов); m — количество ранговых распределений в каждом временном интервале (месяц, квартал, полугодие, год); D — отклонения сумм оценок от их средней.

Если ранги или число особей каждого вида во времени не изменяются, то $\Psi = 1$; если на всём множестве ранговых распределений нет даже двух распределений с одинаковыми рангами, то $\Psi = 0$. Величина $\Psi > 0,5$ значима.

Коэффициент конкордации является общеценологической характеристикой, позволяющей сравнивать ценозы различной природы по степени влияния ценоза на траекторию развития отдельной особи (для рангового распределения) или популяции (для видового распределения). Явление согласованности (синергетичности) есть доказательство устойчивости поверхности

H -распределения, взаимосвязи на высшем уровне тенденций развития объектов одного ценоза, что обуславливается природными, административными, территориальными, техническими и прочими факторами.

Теоретически структурно-топологическая динамика есть процедура синтеза структуры H -распределения, которая состоит из двух операций: 1) прогноза параметра для рангового или численности популяций видового H -распределения по системе моделей; 2) построения по прогнозным значениям видового распределения. Шаг появления и, соответственно, прогнозирования разных каст различен, но длина предыстории по количеству точек при разных шагах у всего H -распределения может быть одинакова. Установлено, что для рассматриваемой длины исходного ряда существует доля непрогнозируемых рангов или видов, которая составляет 30—40 % от общего числа или около 10 % всех особей-изделий. При увеличении длины ряда эта доля медленно уменьшается.

Структурно-топологическая динамика с использованием динамики первого рода позволяет упорядочить применение существующих методов прогнозирования к структуре ценозов, опираясь на верификацию прогноза как решение балансового уравнения (3) = (5) или (4) = (6) и, главное, позволяя учесть ценологическое влияние на процессы, происходящие в отдельных особях и популяциях.

2. Структурно-топологическая модель макроэволюции. Определим место СТД H -распределения в эволюционном учении. По утверждению А. С. Раутиана [6], истина в споре "организмистов" и "континуалистов" о соотношениях микро- и макроэволюции, очевидно, лежит посередине. Учтя это, процитируем Р. Уиттекера: "Объединения видов, в основном, слабые и изменчивые; эволюция сообщества подобна сетке — в ходе эволюции виды различным образом комбинируются и рекомбинируются в сообществах. Сообщества не наследуют генетической информации; их эволюция — результат эволюции образующих их видов" [7]. На тот факт, что не существует гена — документа — не только в биоценозах, но и на уровне техноценоза, указывается также и основателем технетики Б. И. Кудриным [4], имеющим огромный опыт проектирования заводов чёрной металлургии: "Для завода невозможно собрать всю документацию — её просто не существует, а пока собираешь — устареет". Сюда же относится плохо реализуемое требование к установщикам ИТ-систем: чётко задокументировать все системы и интерфейсы. Когда они увольняются, то обнаруживается, что проще со-

здать новый IT-проект, чем изменять старый, можно сказать, информценоз. Налицо общеценологическое требование существования в экономических ценозах организаций городов IT-аутсорсинговых организаций, генетически (рутинно, по [15]) специализирующихся на создании и длительном сопровождении множества различных информценозов как подценозов экономических ценозов организаций.

Тогда, если результат эволюции образующих видов есть эволюция сообщества (ценоза), то при таком подходе к определению макроэволюции **структурно-топологическая динамика является одной из моделей непосредственно эволюции, если эволюцию рассматривать как преобразование разнообразия**, по С. В. Мейену и Ю. В. Чайковскому [14]. Таблица, из которой строится гипербола Williams (см. 1 стор. обложки), рассматриваемая как множество точек в функции времени, приобретает новое видение для биологии и экологии, а уже имеющееся широкое применение модели СТД в технике, экономике, медицине, фармации доказывает трансдисциплинарность общеценологического метода структурно-топологического анализа (СТА).

Учитывая, что "в движущие силы макроэволюции с необходимостью входят ценотические факторы" (Назаров В. И. [5]), балансовые уравнения двух родов динамики H -распределений приобретают особый эволюционный смысл. Это уравнение позволяет говорить о формализации взаимодополнения двух подходов к макроэволюции.

Если выделить социоценоз в науках об обществе, то известный французский философ и социолог Альфред Фулье (1838—1912) [8] считал главной задачей гармонию между индивидом и обществом, неразделимость "идеалистов", базировавшихся на теории общественного договора, и "натуралистов", основывавшихся на теории общественного организма. Баланс динамики двух родов — это формализация и данного компромисса Фулье, аналогично учениям "организмистов" и "континуалистов" в эволюционной теории.

Анализ СТД позволяет перейти к изучению коэволюции популяций. На основе анализа, многочисленных исследований и практической реализации предложено [10] три постулата динамики структуры видового H -распределения (в более простой формулировке действующих и для рангового), развивающих направление ценологических исследований:

Д-1. Устойчивость структуры ценоза во времени проявляется гиперболической поверхностью H -распределения, закон изменения которой в пределах характеристического показателя опреде-

ляет параметры эволюции каст и не определяет параметры эволюции видов и особей ценоза.

Д-2. Для эволюции структуры ценоза существует баланс сменяемости видов по кастам, отражающийся структурно-топологической динамикой разнонаправленного движения видов по поверхности H -распределения, которая, в свою очередь, синтезирует характеристики эволюции особей по повторяемости видов.

Д-3. Движущей силой эволюции структуры мегаценоза (как системы вложенных ценозов), описываемой фрактально внутренней и внешней структурно-топологической динамикой, является внутри- и межвидовой отбор, делящий информационный отбор на две составляющие, идентичные понятиям ведущего и стабилизирующего отборов.

Структурно-топологическая динамика H -распределения позволяет осуществить переход от неразрешимых негауссовых H -распределений статистики к прямым практическим методам решения на базе моделей характеристических показателей, новых, саранчевых, пойнтер-, виртуальных каст H -распределений различных по своей природе ценозов (вложенных или иерархически соподчинённых). Созданная информационная база данных для решения задач прогнозирования на основе постулата Д-2 фрактальна, а прогноз виртуален в смысле постоянно поддерживаемой динамической (без привязки к определённом моменту времени) развёртки. Авторские же исследования [10] мегаценоза как множества ценозов (организации в рамках территориально-административного образования) привели к формулировке Д-3.

СТД подразумевает под коэволюцией для ценозов любой природы взаимное приспособление видов (как это было первоначально предложено экологами в 60-е годы). Структурно-топологическая коэволюция отражает, прежде всего, картину — как в условиях конкретной окружающей среды происходит множественная количественная коэволюция между численностями видов, являющаяся фундаментом самоорганизации. Необходимость выражения одной траектории правой части балансового уравнения не только через соседние траектории (подкрепляется высоким коэффициентом конкордации), но и через левую часть (устойчивую поверхность видового H -распределения в целом) формализует коэволюцию популяций в рамках ценозов любой природы.

3. Примеры СТА для ценозов различной природы. Образцов реализации трансдисциплинарного метода СТА можно привести множество. В биоло-

гии — для всех гипербол Williams; в технетике — для регионов, предприятий, организаций, цехов по электропотреблению, эксплуатируемого электрооборудования; в экономике — для фирм, организаций, малых предприятий, мегаценозов территориально-административных образований (регион, город), бизнесценозов; в медицине и фармации — заболеваний и лекарственных средств; в наукометрии — учёных по числу публикаций научной школы. Приведём два примера.

3.1. Ранговый СТА предприятий мегаценоза техноценозов Республики Хакасия [11].

Для решения расчёта потребности в электроэнергии и проблем энергосбережения, продолжая линию Брэдфорда—Кудрина, выделены три группы предприятий по ранговому H -распределению (табл. 1).

Группы требуют различного подхода в зависимости от их места в ценологической классификации: 1) самые крупные предприятия, образующие первую точку (касту) рангового H -распределения; 2) средние предприятия пойнтер-касты; 3) малые предприятия (виртуальное электропотребление). СТА целесообразно применять к пойнтер-касте, которая для Республики Хакасия состоит из 75 предприятий. СТД анализируют по изменению рангов номеров кодов предприятий по годам (рис. 3). Высокий коэффициент конкордации (0,97) позволяет обоснованно применить процедуру синтеза СТД ранговой поверхности.

1. Ранговое распределение предприятий Республики Хакасия по годовому электропотреблению

Ранг	Электропотребление, о. е.	Предприятие
1	140135	Саянский алюминиевый завод
2	6839	Сорский молибденовый комбинат
3	3151	Энергоуправление
4	2083	Абаканское рудоуправление
5	1667	Угольный разрез "Черногорский"
6	1151	Абаканвагонмаш
7	1054	Тейское рудоуправление
8	996	Коммунаровский рудник
9	975	Хакасский гидролизный завод
10	919	Комбинат искусственных кож
11	823	Угольный разрез "Изыхский"
...	...	...
16	518	Шахта "Енисейская"
17	390	Комвольно-суконный комбинат
18	365	Саянпромстрой
19	242	Шахта "Хакасская"
...	...	...
25	136	Уйбатский леспромхоз
26	126	Усть-Абаканский леспромхоз
...	...	...
1200	...	Средние и мелкие потребители

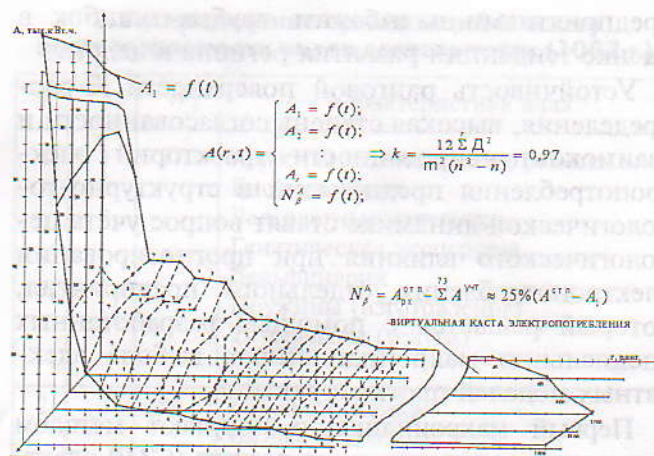


Рис. 3. Структурно-топологическая динамика рангового H -распределения предприятий Хакасии по электропотреблению

Уравнение баланса динамик двух родов (3) = (5) рангового H -распределения по электропотреблению предприятий является основой ценологического моделирования для ценоза в целом и отдельных объектов. Суммарная величина электропотребления региона, полученная путём прогнозирования ранговой поверхности (динамика первого рода), должна быть равна величине электропотребления региона, полученной по прогнозам отдельных объектов (СТД):

$$\frac{a_1 + b_1(t)}{r^{\beta_0(1 - e^{-t/T})}} = \begin{cases} A_1 = f(t) \\ A_2 = f(t) \\ \vdots \\ A_r = f(t), \end{cases} \quad (7)$$

где t — временной ряд; a_1, b_1, β_0, T — константы аппроксимирующих уравнений; $A(r, t)$ — значения точек на ранговой поверхности. Правая часть уравнения (7) это множество моделей прогнозирования электропотребления предприятий пойнтер-касты. Сложность (вид) моделей групп, коэффициенты уравнений, предпочтительный аргумент, внешние факторы и др. — индивидуальны для предприятия, различных уровней системы электроснабжения, временных интервалов, периода осреднения (год, квартал, месяц, сутки), для различных целей (проектирование или действующее предприятие). Как результат — практически счётное (бесконечное) множество моделей (не менее 300), которое может быть представлено в виртуальном образе лишь в какой-то момент времени для какого-либо периода упреждения.

Верификация расчётов в потребности электроэнергии классическими способами прогноза по (7) позволяет уточнить на 5—10 % прогнозные уравнения электропотребления отдельными

предприятиями и избежать грубых ошибок в оценке тенденций развития региона в целом.

Устойчивость ранговой поверхности H -распределения, высокая степень согласованности и взаимокомпенсированности траекторий электропотребления предприятий в структурно-топологической динамике ставят вопрос учёта ценологического влияния при прогнозировании электропотребления отдельного предприятия, который решается с помощью разработанных специальных макроиндикаторов выбора адекватных моделей прогнозирования.

Первый макроиндикатор получают методом структурно-топологического расчета (СТР) электропотребления предприятия, который заключается в решении балансового уравнения (3)–(5) в направлении поиска параметров одной траектории через параметры траекторий электропотребления других предприятий и параметры устойчивой структуры рангового H -распределения в целом:

$$A_k = \sum_{i=1}^r A(r, i) - \sum_{i=1}^r [A_i(t) - A_k(t)], \quad (8)$$

где A_k — электропотребление расчётного предприятия. Практически, не зная параметров траектории конкретного предприятия, внутренних параметров, возможна предварительная оценка прогноза его электропотребления через окружающие предприятия.

Вторым макроиндикатором является оценка жизнеспособности (ЖСП) предприятия по электропотреблению (фактически она является оценкой конкурентоспособности). Траектория доли (электропотребление конкретного предприятия — A_r , делённая на общее электропотребление всей Хакасии A^{PX}), являющейся оценкой потенциала, заложенного системой более высокого порядка: $A_r^{PX} = A_r/A^{PX}$, моделируется трендом по методу скользящей средней. Угол тренда — скорость изменения доли электропотребления каждого предприятия в общем электропотреблении региона и есть макроиндикатор ЖСП:

$$A_r^{PX} f(t) \rightarrow SR_r^{PX} f(t) \rightarrow \theta_r^{PX}, \quad (9)$$

где SR — скользящая средняя порядка t ряда; θ — индекс ЖСП, град. Возможны три характерные группы предприятий с положительным, отрицательным и стабильным значениями макроиндикатора.

Если рассмотреть Хакасию как элемент-особь в структуре ценоза-России, то суммарное годо-

вое электропотребление Хакасии будет точкой на кривой рангового распределения 72 регионов (энергосистем) России с $\beta = 0,97$. Динамика электропотребления Хакасии в рамках России выступает относительным динамическим индикатором вышестоящей системы для принятия решения по электропотреблению каждого предприятия в рамках Хакасии. В условиях рынка предприятия борются между собой за выделенный ресурс. Формализация силы этой борьбы, выраженная в сравнительной оценке индексов ЖСП предприятия в рамках Хакасии по отношению к ЖСП Хакасии в рамках России — есть учёт внешних и внутренних факторов, совокупно действующих на процесс электропотребления конкретного предприятия.

Для прогнозирования электропотребления предприятия используют разные методы, позволяющие получить различные оценки с различной достоверностью. В литературе предлагается определение средневзвешенного результата прогноза, полученного различными методами, однако при этом возникает проблема негауссовости (для прогноза различными методами), что запрещает их усреднение. Ценологическая процедура выбора адекватных моделей использует два макроиндикатора технического анализа, указывающих на большую или меньшую достоверность прогнозных значений различных моделей [11].

Анализ СТД ранговых H -распределений позволяет более эффективно решать практические задачи в области проектирования систем электроснабжения и энергосбережения предприятий, организаций, учреждений регионов. Крупным теоретическим и практическим развитием СТА применительно к ранговому анализу динамики H -распределений является GZ-метод Гнатюка В. И. [1]. Этот метод является взаимодополняющей комбинацией динамики первого (Z-метод) и динамики второго рода — структурно-топологической (G-метод). Формализованной в GZ-методе процедурой верификации фактически является взаимодополнение результатов, полученных прогнозированием на базе динамики первого рода с результатами СТД. Данное направление развивают также Седнёв В. А., Лагуткин О. Е., Ошурков М. Г. и другие представители электроценологического крыла научной "школы КБИ".

3.2. Видовой СТА экономического ценоза фирм и организаций выделенной территориально-административной системы [10, 12].

Создавая систему развития конкурентоспособной предпринимательской среды в Республике Хакасия и выполняя по заказу ГК по антимо-

нопольной политике РФ от 20.05.1993 г. № 1/93 НИР "Создание конкурентоспособной среды в Республике Хакасия на основе дифференцированного налогообложения" (по результатам принята "Программа поддержки предпринимательства на территории Республики Хакасия", Постановление СМ РХ от 19.05.1993 г. № 138) выделена и формализована объективная реальность социально-экономической среды — самоорганизация хозяйствующих субъектов в экономические ценозы организаций (мегаценозы). Впервые была выявлена и формализована объективная устойчивая закономерность в экономике, аналогичная гиперболе Williams в биологии и видовому H -распределению Кудрина в технетике. На представительном статистическом материале доказано, что во многовидовом сообществе организаций (город, район, республика, страна в целом) всей совокупностью действующих факторов внешней и внутренней среды путём самоорганизации формируется устойчивая закономерность: **чем меньше число организаций, занимающихся одинаковым видом деятельности, тем больше таких видов деятельности, и наоборот — по мере увеличения количества организаций, занимающихся одинаковым видом деятельности, уменьшается число таких видов.** Закономерность присуща любому городу, району, региону, республике, стране в целом, любой выборке малых предприятий различных форм собственности, организационно-правовых форм, объёма производимой продукции и услуг, численности персонала и др.

Методика анализа закономерности для любой выборки организаций (различных форм собственности средних и малых предприятий и др.) применительно к экономическим ценозам заключается в следующем: 1. Составляют перечень всех видов деятельности по выборке организаций выделенного экономического ценоза. 2. По списку производят пересчёт организаций, у которых одинаковый основной вид деятельности. 3. Виды деятельности, представленные в данной выборке одинаковым количеством организаций, объединяют в касты. 4. Касты располагают в порядке уменьшения в них числа видов деятельности, в результате чего получают распределение видов деятельности по повторяемости.

Для примера приводим (табл. 2) выборочное (68 %) распределение $U = 129498$ организаций малого бизнеса Москвы (всего на конец 2002 г. в городе зарегистрировано 189409 организации) по повторяемости $S = 1677$ видов деятельности: по одной организации представлены $W(1) = 97$ уникальных для города в данный момент времени

2. Распределение организаций Москвы по повторяемости видов деятельности (2002 г.)

K	i	W_i	Характеристика вида
1	1	97	Абажуры (изготовление, ремонт) Биотехнология Вертолётные перевозки Генетическая экспертиза Дельфинарий Пружины (изготовление) Трубочисты (услуги) ...
2	2	59	Аэрофотосъёмка Бизнес-сувениры Велосипеды (ремонт) Лёд пищевой Трансплантация волос ...
3	3	41	Витамины (производство, продажа) Гальванопокрытие Суда (продажа) Электроплиты (производство) ...
4	4	41	Альпинистское снаряжение Витражи (изготовление) Фрахт ...
5	5	43	Водостоки и водосливы Конный инвентарь ...
...	...	...	...
284	1503	1	Школы общеобразовательные
285	1766	1	Детские сады
286	1981	1	Жилкомслужбы районов г. Москвы
287	2017	1	Строительно-ремонтные организации
288	2026	1	Газеты и журналы
289	2209	1	Туристические фирмы
290	3456	1	Магазины продовольственные

S (число видов) = 1677; $U = 129498$; $N_0 = 3456$; K — номер по порядку; i — количество организаций-особей; W_i — число популяций; U — общее число организаций.

видов (ноева каста); по две — 59 видов; по три — 41 вид и т. д.; в какой-то момент распределения появляются касты, каждая из которых образована одной популяцией со всё увеличивающимся числом особей (популяции большой численности); $N_0 = 3456$ организаций представлено одним, самым многочисленным видом деятельности — продовольственными магазинами (саранчевая каста).

Расположенные таким образом виды деятельности в порядке снижения в них числа особей-организаций дают убывающую (в виде гиперболической) функцию, представляющую со-

бой функцию с "длинным" ("тяжёлым") хвостом. Видовое распределение фактически описывает явление "бизнес-разнообразия" деятельности и услуг экономического ценоза организаций.

Видовое распределение описывается формулой (2), на графике которой по оси абсцисс обозначается количество организаций-особей, а по оси ординат — число популяций в касте. Параметры распределения — негауссовы (в синергетике такие закономерности называют степенными), и это подтверждает, что не существует простых решений в управлении всей совокупностью средних и малых организаций экономического ценоза. Устойчивость распределения как закономерности в целом формализуется устойчивостью характеристического показателя, который находится в пределах 0,3—1,4 для всех выборок различного объёма при анализе экономических ценозов организаций Москвы, Абакана, Республики Хакасия и подтверждается исследованиями организаций Нижнего Новгорода и Каменска-Шахтинского Ростовской обл.

СТА позволяет на базе видового мониторинга и баз данных перейти к изучению коэволюции популяций фирм с выявлением динамических закономерностей:

1. Взаимосвязи траекторий различных популяций фирм во времени как отражение силы межвидовой конкуренции (установлена высокая степень согласованности и взаимокompенсированности межвидовых связей временных рядов численностей популяций видов на поверхности H -распределения — коэффициент конкордации значим и составляет в среднем 0,9).

2. Скорости "рождения и размножения" и скорости "старения и смерти" видов деятельности фирм в популяциях (отраслях).

3. Уравнения для прогноза количества фирм в популяциях (отраслях) и соотношения редко и часто встречающихся видов деятельности.

Численность отдельной популяции в ценозе ($\times_S^K$ — численность популяции S -вида K -касты видового H -распределения) оказывается ценологически ограничена средой вышестоящей системы — мегаценозом. Формализация коэволюции посредством СТА выражается в соблюдении устойчивого равенства двух моделей H -распределения в динамике:

$$\frac{W_0(t)}{x^{1+\alpha(t)}} = \begin{cases} \times_1^1 = W_0 = f(i, t) \\ \times_2^2 = f(i, t) \dots \\ \vdots \\ \times_S^K = N_0 = f(i, t) \end{cases} \quad (10)$$

Правая часть — спектр каст H -распределения, полученный на основе СТА — позволяет определить на перспективу количественную сторону процесса — количество популяций видов одинаковой численности и пропорции между ними, соотношение во времени количества редко и часто встречающихся видов.

При исследовании эволюции структуры во времени установлено, что в рыночной экономической среде под воздействием совокупности внутренних факторов и внешней среды происходят следующие процессы. С одной стороны, существует потребность в видах деятельности (услугах, продуктах, изделиях), с другой — действуют ограничения по тиражированию этих видов деятельности (налоги, сырьё, ресурсы, база, персонал). Это приводит к тому, что организации-особи одного вида деятельности на конкретной территории и в конкретных условиях востребованы и доступны (потому и развиваются), их число возрастает, а организации-особи других видов деятельности не востребованы и потеряли возможность существовать (их количество снижается).

Со временем перемещение организаций-особей по распределению происходит не сразу в малочисленные или многочисленные касты, а постепенно, в силу инерционности преобразования предприятия, занимающегося определённым видом деятельности. Объективно существуют два типа встречно направленных движений (рис. 4): 1) увеличение количества организаций-особей в видах деятельности; 2) уменьшение количества организаций-особей в видах деятельности (движение в обратную сторону). Внутривидовой отбор происходит на основе конкуренции между организациями одного вида деятельности; меж-

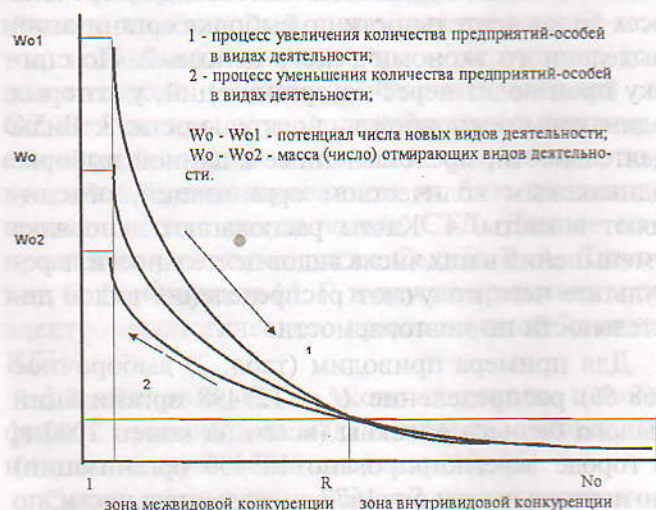


Рис. 4. Процесс отбора в конкурентоспособной среде (обобщённая картина СТА видового H -распределения)

видовой — на основе конкуренции между организациями различных видов или, по сути, конкуренции между видами деятельности.

Действие внутривидового и межвидового отбора есть ни что иное как две взаимосвязанных стороны сложного процесса конкуренции в естественной предпринимательской среде. Следовательно, опираясь на объективную закономерность СТД, возможны управление конкуренцией, осуществление тем самым антимонопольной политики и развития предпринимательской среды в сторону увеличения бизнес-разнообразия и, как следствие, социально-экономической устойчивости выделенной территориально-административной системы. **Формально роль регулирования в рыночной среде сводится к усилению, упорядочению и, в конечном итоге, к синхронизации структурно-топологической динамики встречно направленных процессов** (первого и второго типов). Конкретные механизмы управления экономическими ценозами организаций, развивающие эволюционную теорию экономических изменений, изложены подробно в [12].

Представленная методология СТА использована при управлении структурой телекоммуникационных предприятий Нижнего Новгорода в 2000 г., для управления средой малого бизнеса г. Каменска-Шахтинского Ростовской области в 2003 г. Организован постоянный видовой мониторинг структуры малых и средних московских предприятий (2001—2006 гг.). Применение системы поддержки предпринимательства на основе закона распределения малых предприятий по повторяемости приводит к увеличению разнообразия видов деятельности, продукции, услуг и, в конечном итоге, к переходу от рынка с потенциальной конкуренцией, который необходимо поддерживать, к самоорганизующемуся рынку с естественной внутри- и межвидовой конкуренцией.

Выводы

1. Метод структурно-топологического анализа является трансдисциплинарным методом исследования, моделирования и решения практических задач на базе новой общенотической научной картины мира.

2. Структурно-топологический анализ является одним из инструментов познания механизма когерентного поведения элементов популяций и каст ценозов, самоорганизующихся в устойчивые структуры, описываемые ранговыми и видовыми гиперболическими (степенными) H -распределениями.

3. При определении макроэволюции многовидового сообщества (ценоза) как результата эволюции образующих его видов структурно-топологическая динамика является одной из моделей непосредственно преобразования разнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. <http://www.baltnet.ru/~gnatukvi/>*
2. Кудрин Б. И. Введение в технетику. 2-е изд., переработ. и доп. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. 552 с.
3. Кудрин Б. И. Математика ценозов: видовое, ранговое, ранговое по параметру гиперболические H -распределения и законы Лотки, Ципфа, Парето, Мандельброта / Техногенная самоорганизация. Вып. 25. "Ценологические исследования". М.: Центр системных исследований, 2004. 248 с.
4. Кудрин Б. И. Ценология, технетика, электрика. http://kudrinbi.ru/**
5. Назаров В. И. Эволюция не по Дарвину: смена эволюционной модели. М.: КомКнига, 2005. 520 с.
6. Раутиан А. С. О началах теории эволюции многовидовых сообществ и её авторе. Предисловие к кн.: Жерихин В. В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. М.: Т-во научных изданий КМК, 2003. С. 1—42.
7. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
8. Фулье А. Современная наука об обществе: Пер. с фр. 1889. Изд. 2-е, стереотипное. М.: КомКнига, 2007. 344 с.
9. Фуфаев В. В. Структурно-топологическая устойчивость динамики ценозов / Кибернетические системы ценозов: синтез и управление. МОИП. IX чтения памяти А. А. Ляпунова. М.: Наука, 1991. С. 18—26.
10. Фуфаев В. В. Основы теории динамики структуры техноценозов / Математическое описание ценозов и закономерности технетики. Вып. 1 и вып. 2. "Ценологические исследования". Абакан: Центр системных исследований, 1996. С. 156—193.
11. Фуфаев В. В. Ценологическое определение параметров электропотребления, надёжности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона. М.: Центр системных исследований, 2000. 320 с.
12. Фуфаев В. В. Экономический ценоз организаций. Москва—Абакан: Центр системных исследований, 2006. 76 с.
13. Ценологические исследования распределений простых чисел (30-летие открытия). К 70-летию Кудрина Б. И. Под общ. ред. Фуфаева В. В. Москва—Абакан: Центр системных исследований, 2004. 144 с.
14. Чайковский Ю. В. Эволюция. Вып. 22. "Ценологические исследования". М.: Центр системных исследований, 2003. 472 с.
15. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс. 1982. 455 с.

Прим. ред. См. также:

*Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. Вып. 29. "Ценологические исследования". М.: Изд-во ТГУ — Центр системных исследований, 2005. 384 с.

**Философские основания технетики. I. Православие и современная техническая реальность. II. Онтология технической реальности и понятийное сопровождение ценологического мировоззрения. III. Математический аппарат структурного описания ценозов и гиперболические H -ограничения. Материалы VI Международной научной конференции по философии техники и технетике (Москва, 24—26 января 2001 г.). Вып. 19. "Ценологические исследования". М.: Центр системных исследований, 2001. 628 с.

Техногенная самоорганизация и математический аппарат ценологических исследований. Тр. науч. конф. по философии техники и технетике (Москва, январь 2004 г., 17—18 октября 2005 г.). Вып. 28. "Ценологические исследования". М.: Центр системных исследований, 2005. 520 с.

Фуфаев В. В. Рангово-интервальный структурно-топологический анализ ценозов // Электрика. 2001. № 8. С. 22—31.