

III. ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Общепринята высокая зависимость между электропотреблением и объемами выпуска продукции, количеством установленного оборудования и т.д. При нестабильной экономике электропотребление ведет себя наиболее устойчиво во времени, для многих предприятий являясь определяющим (лимитирующим) ресурсом производства. Задача анализа электропотребления во времени и его структуры становится неотделимой от получаемого автоматически результата моделирования - прогнозных значений электропотребления. Чем точнее модель описания процесса, тем точнее и результат оценки, расчета, прогноза. Проблему прогноза можно свести к проблеме анализа динамики ряда, используя не что иное, как технический анализ. В работе использован ценологический подход к моделированию (автоматически - к прогнозу), заключающийся в том, что электропотребление отдельного предприятия рассматривается не изолировано, а соотносится с другими, иерархически систематизированными по электропотреблению. Электропотребление отдельного предприятия оказывается системно ценологически ограничено средой вышестоящей системы - ценоза: моделирование и прогнозирование осуществляется в зависимости от того, в каком месте ценологической классификации оно находится.

3.1. Структура электропотребления предприятиями Хакасии

3.1.1. Динамика рангового N-распределения первого рода

До 70-х годов электрохозяйство области обуславливалось относительно "старыми" отраслями - угольной, лесной, горнорудной и пищевой. Начиная с 1971-го года, в связи с пуском объектов Саянского ТПК, быстро развиваются электроэнергетика, машиностроение, легкая промышленность, производство стройматериалов. Появились предприятия-гиганты: Саяно-Шушенская ГЭС, ПО "Абаканвагонмаш", Саянский алюминиевый завод, Черногорский ПКСО, комбинат "Искож", трикотажная и обувная фабрики. Электрохозяйство региона представлено 76 крупными промышленными предприятиями, с установленной мощностью свыше 750 кВА, и свыше 1100 средних и мелких. Для Хакасии типичны крупные хозяйства со значительной разбросанностью объектов электрохозяйства и протяженностью распределительных сетей 10 кВ.

Для региона (Республики Хакасия) в целом за исследуемый период времени - 20 лет характерно (рис. 3.1.1.1) ежегодное увеличение потребления электроэнергии (с 1979 по 1988 год электропотребление возросло с 2 у.е. до 5 у.е., к 1996 г. - 9 у.е.). После перелома 90- 92 годов прирост

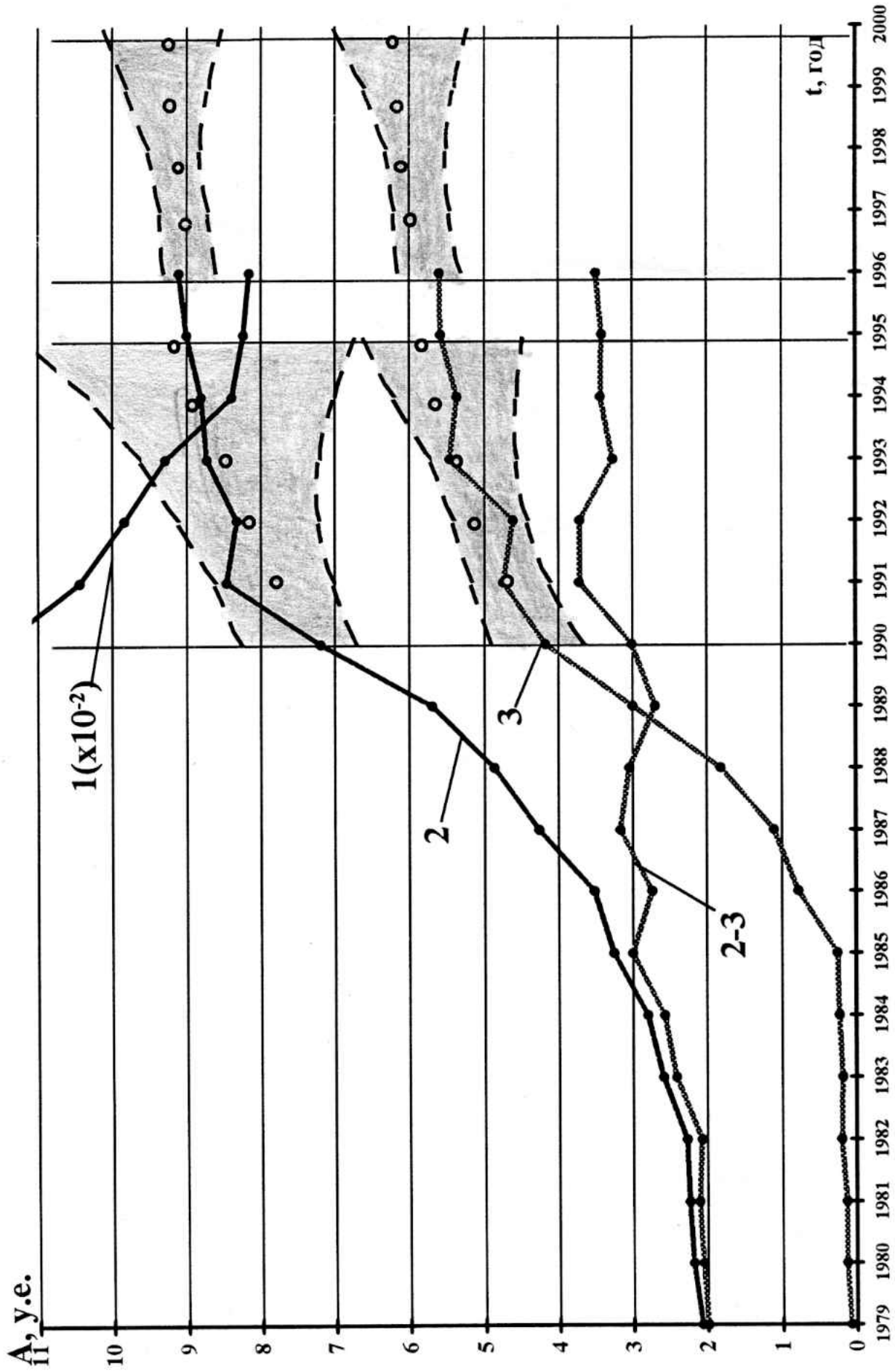


Рис. 3.1.1.1. Динамика электропотребления Российской Федерации (1), Республики Хакасия (2), предприятия № 7 (3).

электропотребления республики лишь немного снизился. Начиная с 1986 года, увеличение электропотребления происходит исключительно за счет годового прироста электропотребления предприятия № 7 (в 1986 г. его электропотребление составляло 19,5% от общего, в 1990 г. - 58%, 1994 г. - 63%). Если рассматривать электропотребление республики отдельно от предприятия №7, то с 1988 года оно снижается. Особенности приватизации в Хакасии обеспечили предприятию и республике в целом стабильную тенденцию к росту электропотребления. На остальных 63 предприятиях (из 76 крупных предприятий) наибольшая величина электропотребления наблюдалась в периоды с 1981 по 1983 годы и с 1987 по 1988 годы, с 1989 года электропотребление снижается.

Для выявления тенденций электропотребления предприятий проведен анализ структуры электропотребителей региона, ценологически полагая единство процессов электропотребления отдельными предприятиями. Учитывая, что величина электропотребления непрерывна, исследование проведено в ранговой форме. Методика анализа структуры рангового распределения заключается в следующем: 1. В ценозе (предприятия региона) выделяются элементы (предприятия-особи) и исследуемый параметр - годовое электропотребление особей, A_i ; 2. Предприятия ранжируются: им присваивается ранг i - целые числа в порядке убывания исследуемого параметра A_i . Ранг 1 присваивается особи с наибольшим электропотреблением, особь, имеющая минимальное электропотребление будет иметь ранг, равный общему числу предприятий $i=n$. В итоге получается ранговое распределение предприятий по величине электропотребления (табл. 3.1.1.1).

Выделение в ценозе особей-элементов не всегда является однозначно формализуемой операцией: границы особи-элемента (в данном случае - предприятия) могут быть размыты, как и границы ценоза в целом. Это связано с проблемой фрактальности - в пределе бесконечного деления особей-элементов, составляющих ценоз (у нас это проявляется в том, что не все мелкие предприятия попали в исследуемую выборку). Фрактальность позволяет рассматривать в качестве элемента не предприятия, а более мелкую структурную единицу - участок, отделение, цех, производство. Продолжая деление можно добраться до неделимой, с точки зрения электропотребления особи - электроприемника. Это порождает проблему бесконечности - невозможности оперировать с практически счетным множеством.

Для математического описания рассмотрим ранговое распределение в координатах ранг - значение параметра $A(x)$. Функция принимает по оси абсцисс только целочисленные значения, по оси ординат такое ограниче

Таблица 3.1.1.1

Ранговый анализ предприятий Хакасии за один год

Ранг	Код предприятия	у.е.
1	3	174998
2	53	102369
3	69	83266
4	38	80015
5	2	66458
6	36	62345
7	76	53485
8	1	40020
9	10	37047
10	4	26883
11	9	18161
12	11	17664
13	6	16066
14	17	13850
15	50	12673
16	5	11230
17	32	10322
18	37	9893
19	40	9890
20	30	9307
21	72	9150
22	8	8862
23	29	8419
24	18	8119
25	33	6334
26	20	5419
27	12	5330
... ≈ 1200 объектов		

ПАРАМЕТРЫ Н - РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Первая точка $A = 174998$ Ранговый коэффициент $\beta = 1,78596$

ние отсутствует. Для получения непрерывной функции $A(x)$ из дискретной A_i (где x - непрерывный аналог целочисленного i) применяем метод наименьших квадратов, получая невозрастающую функцию $A(x)$ в качестве основы для построения рангового H -распределения:

$$A(x) = A_1 / x^\beta, \quad (3.1.1.1)$$

где β - характеристический ранговый показатель, определяющий степень крутизны кривой; $A(1) = A_{\max}(1)$ - константа, в качестве которой принимается электропотребление наиболее крупного потребителя. Чем больше β , тем круче гиперболическая кривая и больше разрыв в электропотреблении между несколькими крупными предприятиями и остальной массой предприятий.

Система показателей и параметры распределения характеризуют индивидуальность ценоза, качественно отражая связи между элементами внутри системы и говоря о сходстве или различии систем. Параметры рангового распределения определяются укрупненно группами факторов: 1) природные (климатические условия расположения ценоза, естественные ресурсы); 2) положение ценоза на временной траектории развития; 3) структура ценоза. Если объект обладает ценологическими свойствами, то анализ его развития во времени может заключаться в ранжировании его составляющих по рассматриваемому параметру, определении показателей рангового распределения с последующей оценкой стабильности рангов, выявлением тенденций изменения пределов параметров A_1 , β . Проверка возможности использования нормального распределения показала, что ни за один год в исследуемой выборке гауссова распределения нет.

Изменение рангового распределения (табл. 3.1.1.1) во времени формализуется поверхностью рангового H -распределения (рис. 3.1.1.2) - динамикой первого рода:

$$A(r, t) = \frac{A_1(t)}{r^{\beta(t)}}; \quad (3.1.1.2)$$

Смысл прогнозирования на основании (3.1.1.2) заключается фактически в прогнозировании площади (точки) под ранговым H -распределением, скорректированной во времени конфигурацией H -поверхности. Поверхность, в свою очередь является верхней границей объема (во времени) суммарного электропотребления всех предприятий (реализация процедуры верификации прогноза). Ценологический прогноз электропотребления отдельных предприятий на основе динамики первого рода рангового H -распределения основан на допущении о неизменности ранга предприятий

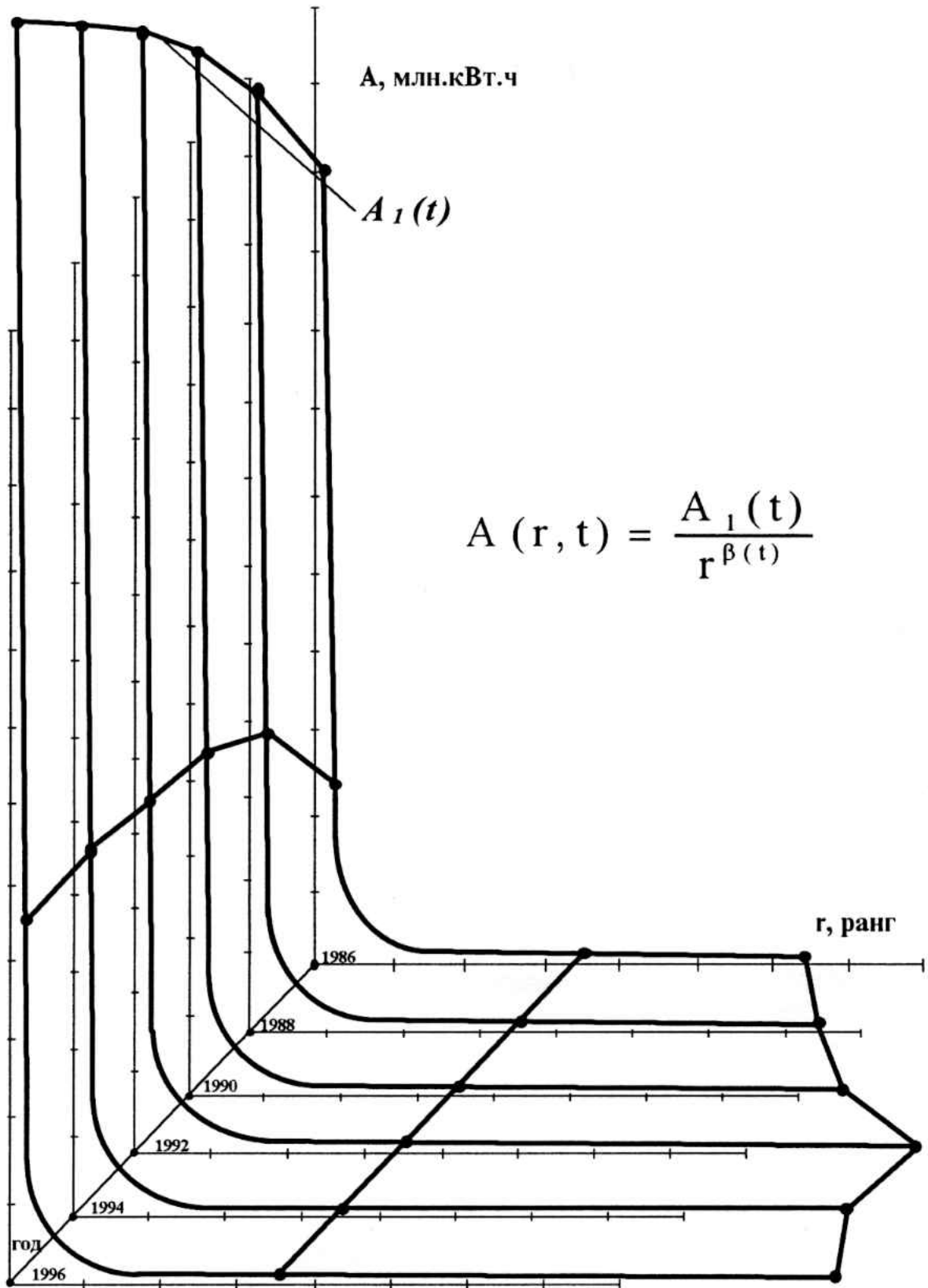


Рис. 3.1.1.2. Динамика рангового H -распределения
электропотребления предприятий республики

(особей) в структуре республиканского электропотребления (ценоза). Интересным для целостности научного направления является попытка напрямую (не в качестве верификации) использовать ценологическую структуру множества для прогнозирования ее элементов [156]. В работе использовано допущение о неизменности рангов электропотребления 68 энергосистем, что по мнению авторов само по себе даст погрешность 10% (к которой следует добавить проценты ошибки экстраполяции рангов - в лучшем случае 2-5%). Возможно, что применительно к таким макроценозам как энергосистемы страны, ошибка и не выходит за указанные проценты. Применительно к предприятиям в рамках регионов и отраслей допущение о неизменности рангов вносит более значительную ошибку - 20-30%, а в условиях экономических реформ (смена приоритетов в выпуске продукции, приватизация, различная конкурентоспособность) - 100% и более.

Подход, основанный на допущении о неизменности рангов, теоретически неверен, так как само Н-распределение задается механизмами информационного отбора (ведущего и стабилизирующего). Это предполагает у предприятий (особей) постоянные знакопеременные и разнонаправленные изменения рангов. Допущение о постоянном ранге это допущение того, что ранговое Н-распределение во времени является не сложной поверхностью, а плоскостью с неподвижными видами (тем более, если свернуть ранговое распределение в видовое). Поскольку действует отбор, то возможны возмущения и вероятность этих возмущений достаточно велика, что выражается негауссовыми формами самих Н-распределений. Исследования конкордации подтверждают, что при малой ошибке в конкретном случае, теоретически возможен неконтролируемый всплеск ошибки.

Для надежного прогнозирования и верификации прогноза по предприятиям, как обязательную вторую сторону динамики, необходимо использовать структурно-топологическую динамику - синтез Н- распределения путем прогноза траекторий электропотребления предприятий. Прогноз траекторий электропотребления надежнее и точнее, чем ранга, так как прогноз ранга обрекает лишь на одну модель - аппроксимацию временного ряда, а прогноз траекторий электропотребления предприятия свободен в выборе параметров прогнозирования.

Некоторые результаты рангового анализа предприятий Хакасии представлены на рис. 3.1.1.3 - 3.1.1.6. Из них следует, что ранговой коэффициент имеет наиболее гладкий и предсказуемый временной ряд ($\Delta\beta=2.39$). Временной ряд первой точки достаточно гладок. Представим прирост исследуемых показателей во времени в процентах на рисунках (3.1.1.4)-(3.1.1.6): например, прирост значения электропотребления самого крупного предприятия в 1986 г. составил - 6.97% .

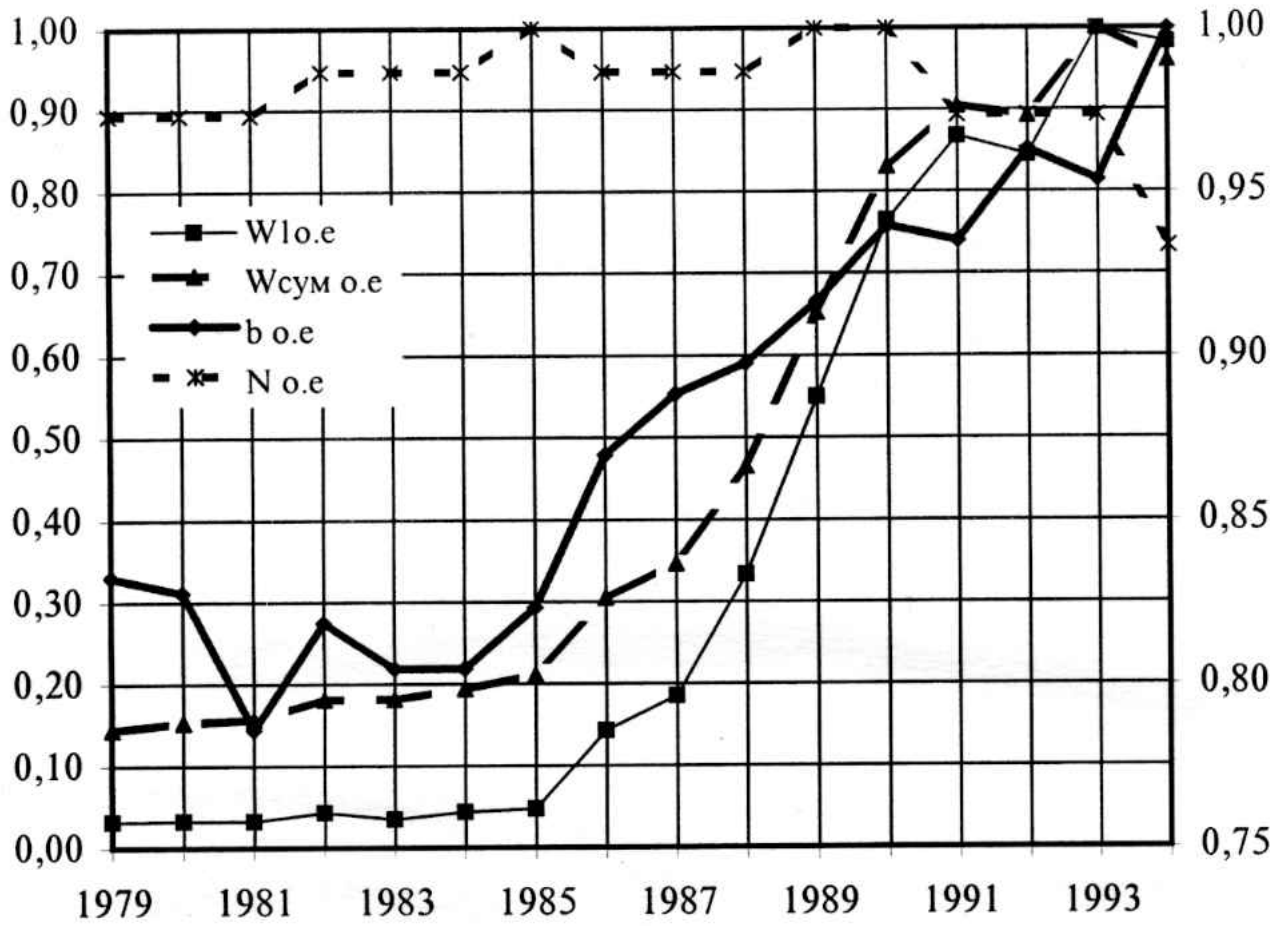


Рис. 3.1.1.3. Динамика показателей N-распределения

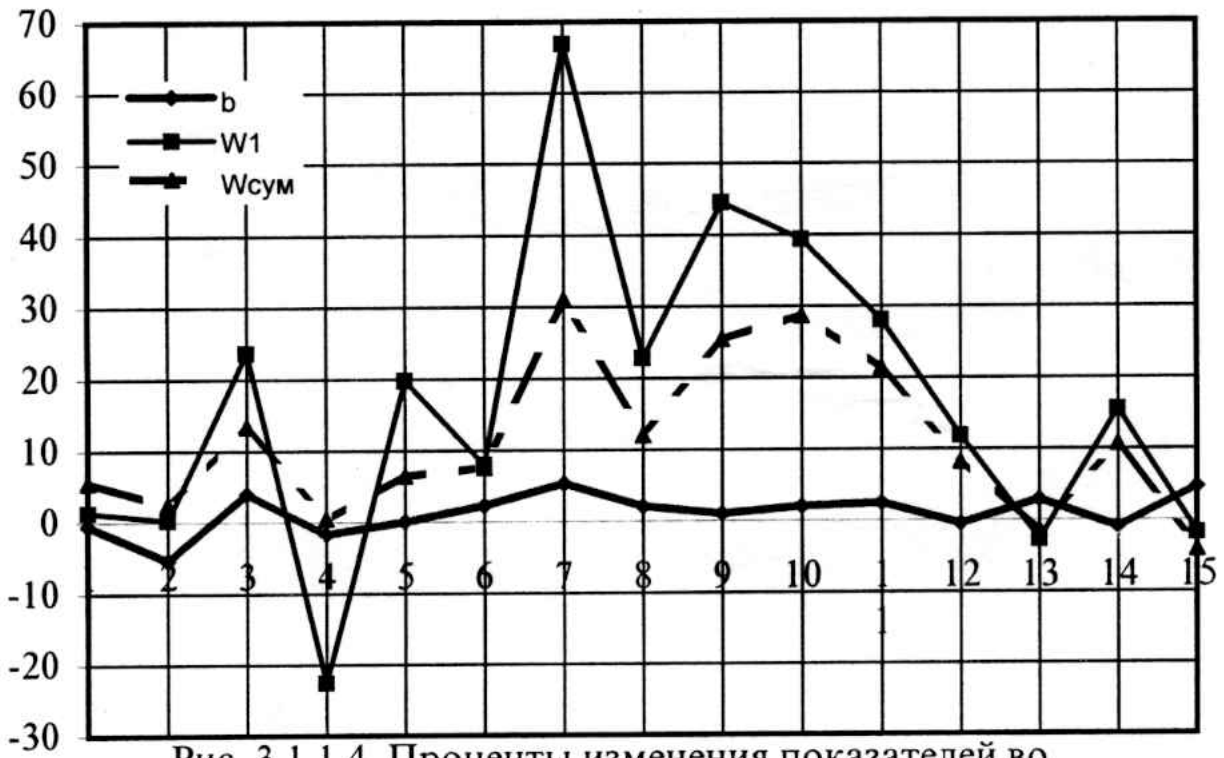


Рис. 3.1.1.4. Проценты изменения показателей во времени

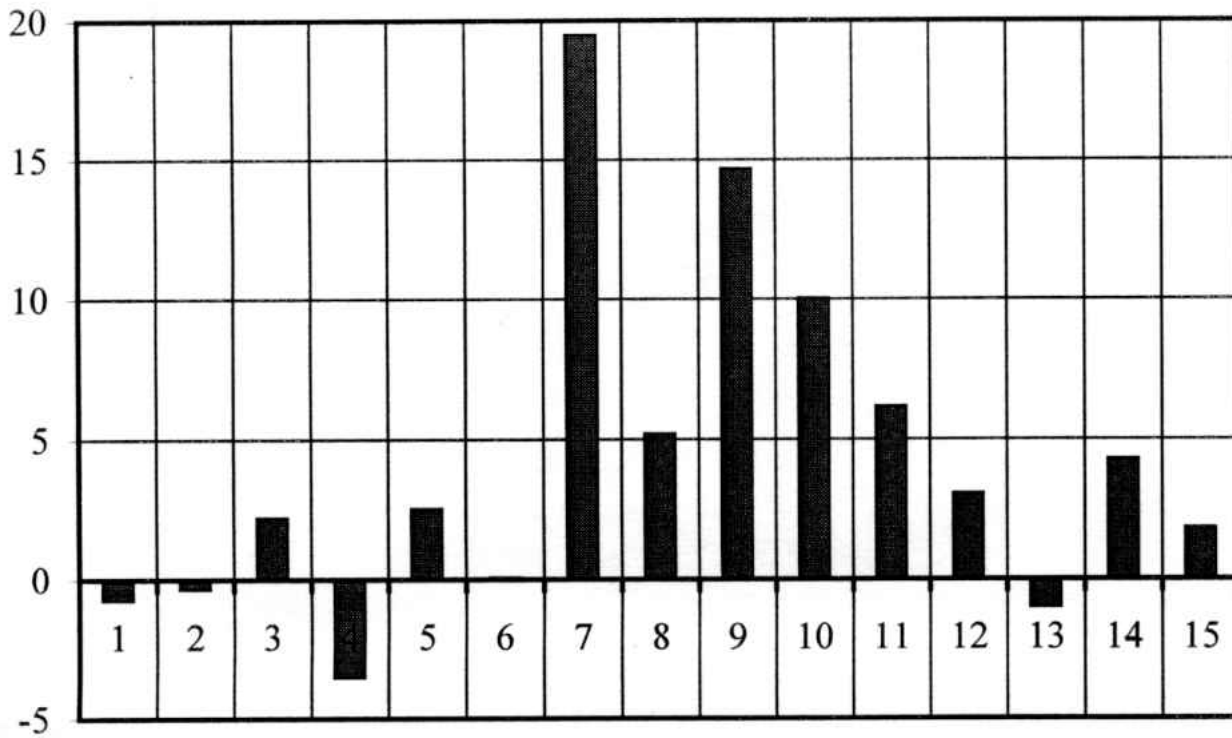


Рис. 3.1.1.5. Проценты прироста доли самого крупного предприятия в электропотреблении промышленности во времени

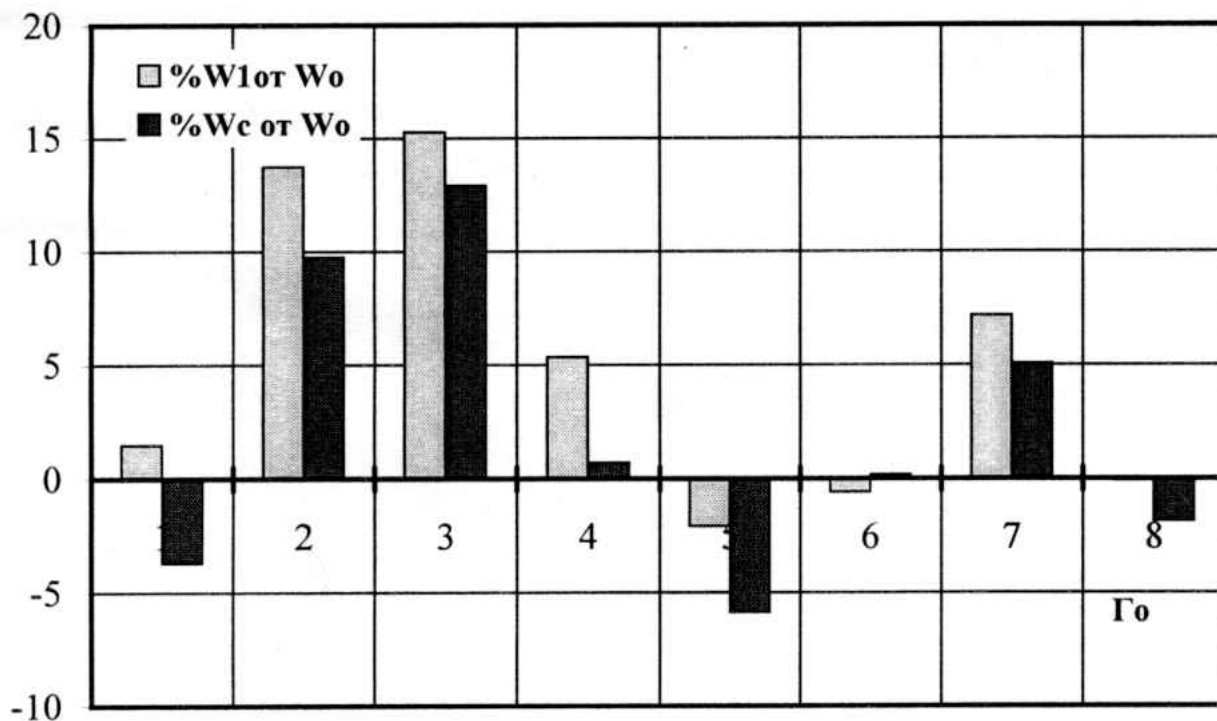


Рис. 3.1.1.6. Проценты прироста долей самого крупного предприятия и промышленности в электропотреблении Хакассии

Наибольшее значение прирост электропотребления по промышленности составил в 1986 г., что связано с пуском предприятия №7. С этого момента начинается увеличение всех исследуемых параметров и с 1990 года наступает этап стабильной работы. По-видимому, без предприятия №7 ценоз нельзя считать окончательно сформировавшимся. В регионе до 1986 г. не хватало крупного производителя продукции (соответственно крупного потребителя электроэнергии) для стабилизации в границах 14-летнего интервала экономики. Доля электропотребления самого крупного предприятия в промышленности Хакасии увеличивалась с 17% в 1979-1985 г. до 82% в 1994. Характер изменения достаточно близок к закону изменения характеристического показателя. Проценты прироста доли самого крупного предприятия в электропотреблении промышленности представлены на рис.3.1.1.5. Резкий скачок в 1986 г. (19,5 %) связан с пуском предприятия №7. Далее прирост уменьшается и с 1991 г. находится на уровне 2-3 %. Менее плавное изменение происходит в долях электропотребления самого крупного предприятия в электропотреблении Хакасии (рис. 3.1.1.6).

В результате расчетов доказано: 1. В исследуемой выборке длиной в 20 лет нормальный закон распределения ни за один год не соблюдается. Это требует применения математического аппарата, с помощью которого можно описать все сообщество предприятий как целое - рангового Н-распределения по электропотреблению; 2. Стратегия энергосбережения должна учитывать ценологические свойства предприятий по электропотреблению. На первом этапе необходимо выделить 5-7 % предприятий, экономия электроэнергии на которых даст 50-60% эффекта, на втором этапе на этих предприятиях необходимо выделить 5-7% энергоемких агрегатов или производств, где экономия также даст 50-60% эффекта и т.д. Таким образом можно будет получить максимальный инновационный эффект; 3. Динамика первого рода ранговых Н-распределений предприятий по электропотреблению описывается динамикой характеристического (рангового) показателя β и динамикой электропотребления регионообразующего предприятия №7 как первой точки рангового Н-распределения.

3.1.2. Анализ и моделирование рангового показателя

Анализ временного ряда - $\beta(t)$ (рис.3.1.2.1) позволяет выделить период становления ценоза (до 1985г.), развития Хакасии (до 1990г.), начало реформ. Можно предположить, что $\beta=2$ - величина, характерная для развившейся до определенного этапа системы. Аналогичная величина рангового коэффициента, характеризующая этап стабильной работы, получена

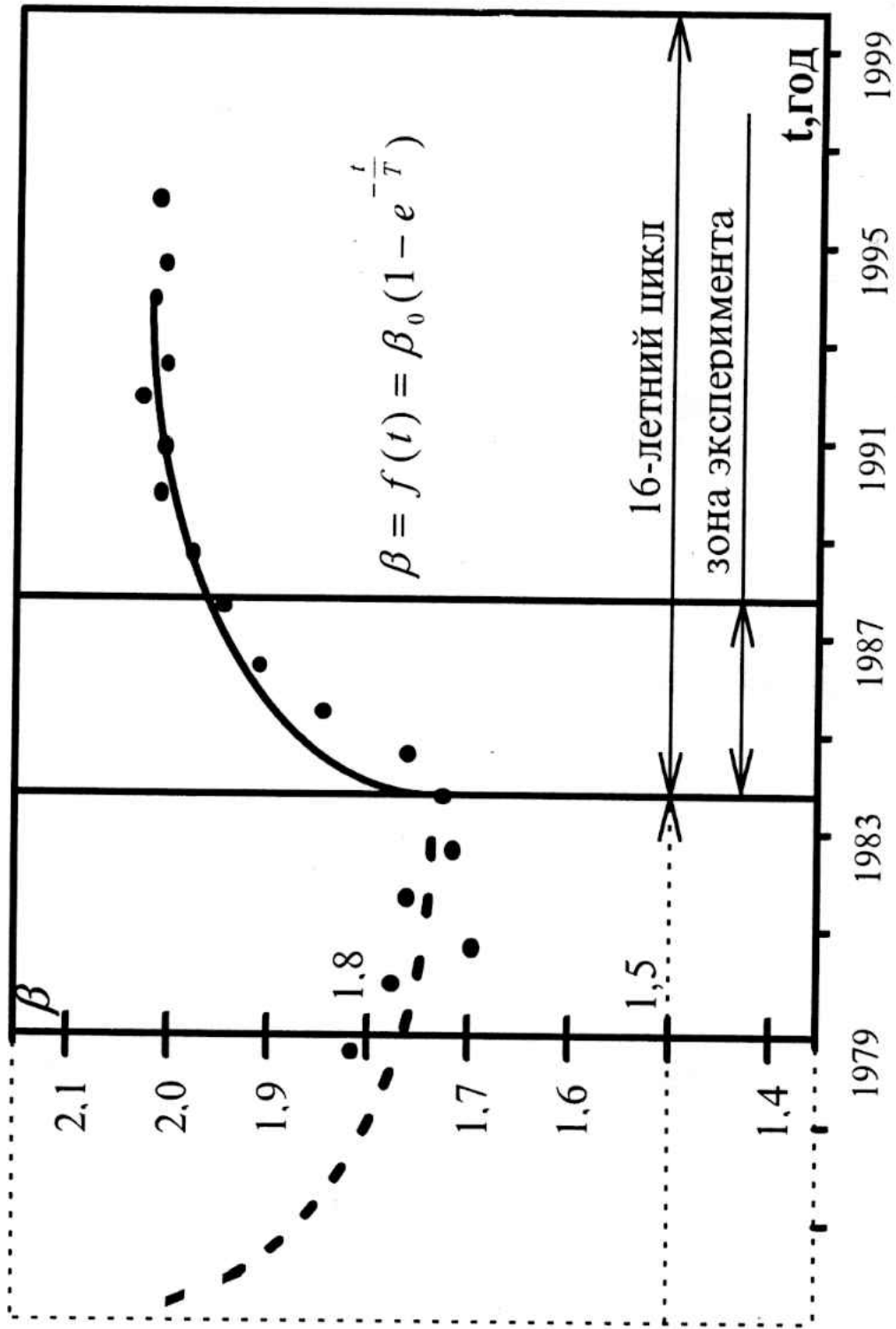


Рис. 3.1.2.1. Динамика рангового показателя.

при исследовании предприятий черной металлургии в рамках СССР, России, Украины [156].

Характер рангового коэффициента выделенной совокупности технических объектов позволяет говорить о том, является ли выделенная совокупность системой (в более узком смысле - системой ценологического типа), может ли она развиваться сбалансированно, слабо взаимодействуя с другими объектами (системами). В частности, по зависимости $\beta(t)$ можно говорить, что по электропотреблению предприятия Хакасии - техноценоз с предсказуемым развитием. По изменению величины рангового коэффициента можно судить о состоянии системы в данный момент времени.

В общем случае ценоз более высокой ступени иерархии может содержать ценозы более низкой (вложенные), для которых характер изменения $\beta(t)$ аналогичен. С этой точки зрения интересен вопрос о ранговом анализе вложенных ценозов для решения задач регионального энергосбережения и оценки возможности сбалансированного функционирования по электропотреблению отдельных предприятий. Динамика характеристического показателя - практически исчерпывающая характеристика динамики Н-распределения первого рода. Гипотезу о величине рангового коэффициента, характерной для каждого рассматриваемого ценоза подтверждает исследование основных показателей предприятий черной металлургии (P_m , мВт; $N_{дв}$, шт; A_9 , ГВтч/чел; A_T , МВт.ч/чел; P_{cp} , кВт; K_C , о.е.; T , ч [1]).

Полученные нами зависимости параметров ранговой поверхности в функции времени позволили установить взаимосвязи между этими электрическими показателями системы и выполнить прогноз структуры электропотребления предприятий региона на перспективу. В [156] излагается гипотеза о логистическом характере зависимости $\beta=f(t)$. Фактический материал делает более достоверной гипотезу о том, что ранговый показатель имеет периодическую природу, аналогичную макроэкономическим волнам Кондратьева (циклы длиной в 54 года Н. Кондратьев получил, составив по данным с 1789 года совокупный график движения рыночных показателей) [130]. Согласно форме волны Кондратьева мировая экономика сейчас находится во второй половине цикла, на спаде, который должен закончиться к 2005 г.

Тенденцию развития сложных систем определяют долгосрочные и сезонные циклы. Логично предположить (и это подтверждается нашей статистикой), что долгосрочные циклы (типа волн Кондратьева) оказывают влияние на глобальное направление движения ценоза и отражаются динамикой рангового показателя. Пятилетние, годовые, квартальные, месячные, недельные, суточные циклы, являясь сезонными, хорошо описывают-

ся в рамках динамики траекторий электропотребления отдельных предприятий. Рассмотрение каждого предприятия в рамках структуры ценоза в целом позволяет учесть все циклы.

Периоды различных волн развития ценозов, описываемые волновой теорией применительно к ранговому показателю можно использовать для выделения периодов различной устойчивости разных методов прогнозирования электропотребления предприятий, входящих в общую структуру Н-распределения. Например, на насыщенном участке характеристического показателя траектория электропотребления совпадает с траекторией ранга при допущении его неизменности в пределах - 10%, что существенно повышает надежность прогнозирования. По аналогии с макроэкономическими волнами Кондратьева применительно к макрохарактеристическому ранговому показателю β выведены доминирующие циклы, изображенные на рис. 3.1.2.1. С 1984 г. по 2000 г. (с учетом прогноза) четко выделяется длинная полуволна, протяженностью в 16 лет. По имеющейся статистике за 1979-1984 гг. видно затухание предыдущей волны. Это позволило сделать вывод, что структурные ограничения в макроценозах (в данном случае масса предприятий Хакасии), отраженные в их электропотреблении, происходят согласно долгосрочному волновому циклу Кондратьева.

Изменение $\beta(t)$ характеризует внутренние структурные изменения в электропотреблении региона и отражает устойчивость структуры распределения (величина характеристического показателя в пределах $1 \leq \beta \leq 2$) - своеобразную эффективность системы электрического хозяйства региона в целом и каждого предприятия согласно его месту в общей систематизации. Заметная тенденция роста β говорит о быстро увеличивающемся разрыве в объемах электропотребления несколькими крупнейшими в регионе промышленными предприятиями и о заметном отставании темпов роста электропотребления основной массы средних и мелких предприятий. В этом смысле β характеризует темп роста гигантомании в регионе за рассмотренные периоды. Начиная с 1990 г. ситуация меняется в связи с развитием малых предприятий.

В 1988 - 1991 гг. Хакасия входила в состав Красноярского края, поэтому представляет интерес анализ электропотребления Красноярскэнерго, являющегося одной из крупнейших СССР (3-4 место среди 69 энергосистем СССР) с точки зрения вложенности ценозов (анализ проводился по статьям отчетности). В таблице: А - общее электропотребление; В - доля электропотребления Хакасии в Красноярскэнерго, %; С - доля электропотребления промышленности Хакасии в электропотреблении промышленности Красноярского края:

Годы	1988	1989	1990	1991
А	53806.9	55000.5	54127.7	46825.4
В	9,0	10,4	13,3	18,1
С	7,0	9,5	12,0	15,1

В Красноярском крае преобладающее положение занимает промышленность, ее доля в электропотреблении Красноярскэнерго составила 87% (по Хакасии 73%). Промышленность Хакасии за четыре года удвоила долю электропотребления. В отличие от края в 1991 году у нее не наблюдался спад. Не наблюдалось также резких скачков в величине рангового коэффициента (у Красноярского края β за год изменялась в пределах $2.70 \div 2.34$). Следовательно, по электропотреблению Хакасия и Красноярский край являются отдельными ценозами со своими закономерностями в развитии. Их объединение по электропотреблению сделало бы единый макроценоз более устойчивым, предсказуемым, более эффективно управляемым. О явлении гигантомании при соблюдении пропорций Н-распределения говорить в этом случае не приходится.

Таким образом: 1. Динамика Н-распределения первого рода применительно к ранговой структуре электропотребления предприятий Хакасии системно описывается динамикой характеристического показателя, что доказывает устойчивость во времени Н-распределений. Закономерность изменения β подтверждается траекторией, на которой выделяются периоды изменения спроса на электроэнергию, аналогичные макроэкономическим волнам Кондратьева. Тенденция роста β говорит об увеличивающемся разрыве в объемах электропотребления несколькими крупнейшими промышленными предприятиями и о заметном отставании темпов роста электропотребления и максимальной нагрузки основной массы средних и мелких предприятий. В этом смысле, ранговый показатель характеризует темп роста гигантов в регионе. 2. Ранговый анализ вложенности ценозов предприятий Хакасии, Красноярского края и Российской Федерации может быть использован для решения стратегических задач энергосбережения и оценки возможности сбалансированного функционирования отдельных подсистем по величине рангового коэффициента, который характерен для каждого ценоза и определяет стадию развития системы.

3.1.3. Структурно-топологическая динамика электропотребления

Структурно-топологическая динамика рангового распределения исследует траектории движения рангов электропотребления по ранговой поверхности в функции времени. Для исследования взаимосвязи между траекториями движения временных рядов электропотребления предприятий региона по ранговой плоскости применен коэффициент конкордации.

Электропотребление каждого предприятия характеризуется совокупностью рангов при движении по ранговой плоскости в функции времени. Тогда в основу статистической меры согласованности может быть положена средняя сумма рангов электропотребления одного предприятия и отклонения от нее. Если имеется n предприятий и m временных точек (лет), то сумма рангов на один год равна $n(n+1)/2$ (как сумма n членов натурального ряда), а общая сумма рангов составит $mn(n+1)/2$. Аналогично (2.2.2.3) максимальную сумму квадратов отклонений возьмем за основу формулы коэффициента согласованности:

$$W = \frac{12 \cdot \sum D^2}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (3.1.3.1)$$

где n - число предприятий; m - число временных точек траектории движения показателя (год); D - отклонение суммы рангов предприятия от средней их суммы для всех объектов [309].

Если все ранги предприятий, при движении по ранговой поверхности совпадают, то $W=1$. Если ранги полностью не совпадают, то $W=0$. Коэффициент согласованности ранговых распределений электропотребления за период с 1986 по 1997 год значим и составляет - 0,97.

Исследование временных рядов электропотребления предприятий, как траектории движения рядов по ранговой поверхности, подтвердило согласованность и взаимокompенсированность динамики временных рядов отдельных предприятий между собой (несмотря на различие уравнений, описывающих их траектории). Коэффициенты согласованности значимы: наблюдаемая согласованность не случайна. Согласованность - есть доказательство устойчивости ранговой поверхности в целом, взаимосвязи на системном уровне тенденций развития объектов одного региона, что обуславливается территориальными, административными, техническими и другими факторами. Поэтому для повышения надежности прогнозирования электропотребления отдельными предприятиями, возможно применение устойчивости рангового распределения в виде наложения структурного ограничения. Оно может представлять собой балансовое уравнение, где суммарная величина электропотребления региона, полученная по прогнозам на отдельные объекты, равна величине электропотребления региона, полученной путем прогнозирования ранговой поверхности.

При исследовании траекторий электропотребления предприятий на ранговой поверхности фактически осуществляется анализ (для получения модели) и синтез (для расчета, прогноза) структурно-топологической динамики рангового распределения (рис. 3.1.3.1). В случае решения задачи

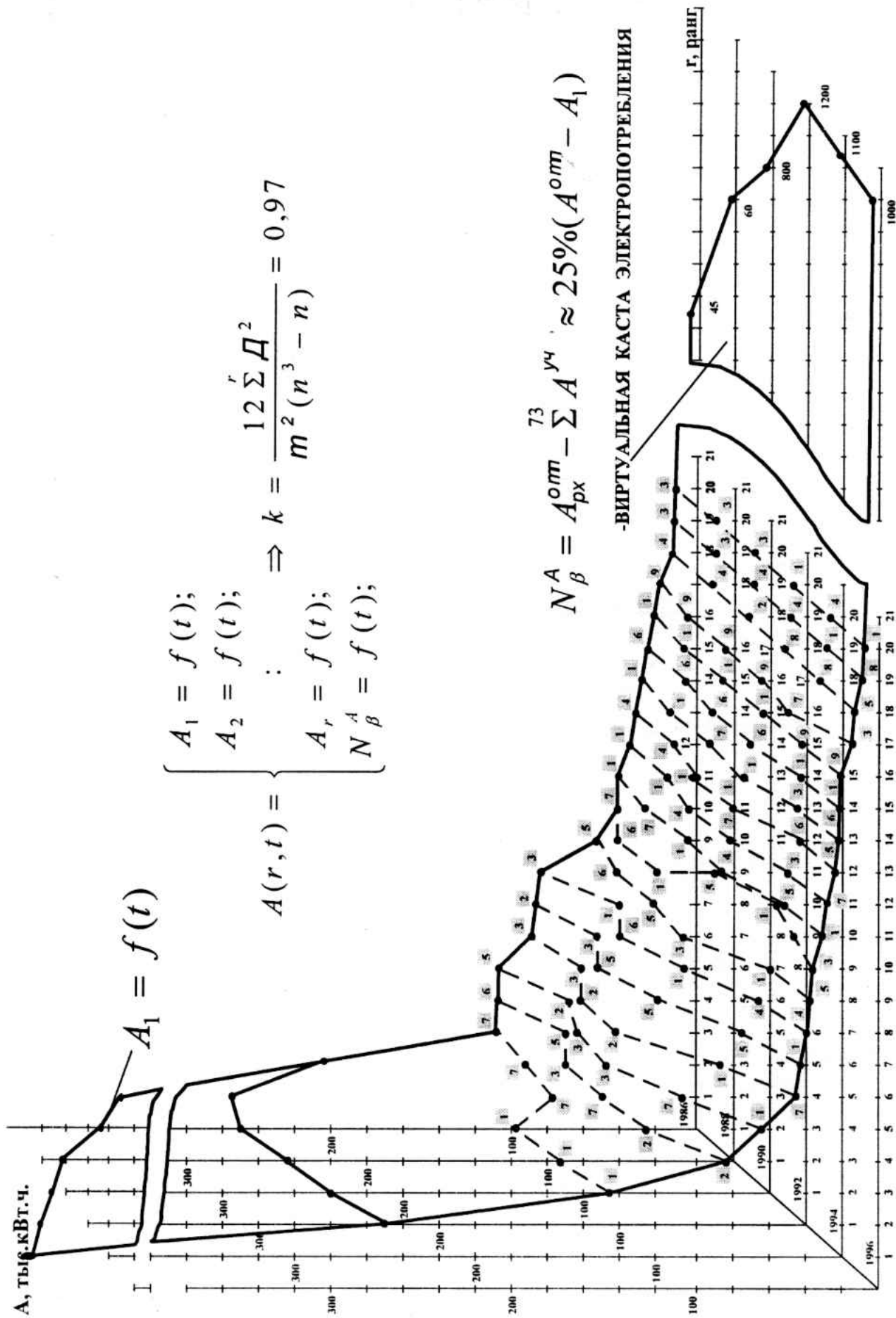


Рис. 3.1.3.1. Структурно-топологическая динамика рангового распределения электропотребления предприятий Хакасии.

Таким образом, существует, с одной стороны, динамика первого рода - ранговая поверхность, формализуемая как:

$$A(r, t) = \frac{A_1(t)}{r^{\beta(t)}} = \frac{a_1 + b_1(t)}{r^{\beta_0(1 - e^{-t/T})}}, \quad (3.1.3.2)$$

где A_1 - электропотребление объекта с $r=1$; r - ранг объекта; β - характеристический показатель; t - временной ряд; a_1, b_1, β_0, T - константы аппроксимирующих уравнений.

С другой стороны высокий коэффициент конкордации позволяет обоснованно применить процедуру синтеза структурно-топологической динамики ранговой поверхности:

$$A(r, t) = \begin{cases} A_1 = f(t) \\ A_2 = f(t) \\ \dots \\ A_r = f(t) \end{cases}, \quad (3.1.3.3)$$

где $A(r, t)$ - значение точек на ранговой поверхности.

Поскольку при переходе от прогнозирования электропотребления предприятий к прогнозированию электропотребления региона в целом качество прогноза повышается в связи с более устойчивой тенденцией развития региона, необходимо для повышения надежности прогнозирования электропотребления отдельными предприятиями учесть устойчивость рангового распределения. Системная формализация структурного ограничения, накладываемого на траектории движения (в случае линейной регрессии либо тренда) в фиксированный момент времени, выглядит в виде балансового уравнения

$$\sum_{i=1}^r (a_i + b_i t) = \sum_{i=1}^r \frac{a + bt}{r^{\beta_0(1 - e^{-t/T})}}; \quad (3.1.3.4)$$

$$\sum_{i=1}^r A_i(t) = \sum_{i=1}^r A(r, t), \quad \text{при } t = \text{const.}$$

где сумма в левой части есть полная величина электропотребления региона, полученная по прогнозным уравнениям отдельных объектов региона; сумма в правой части есть суммарная величина электропотребления региона, полученная путем прогнозирования ранговой поверхности. Случай неравенства означает присутствие ошибки в прогнозировании тенденций развития одного или нескольких предприятий региона. Применение структурно-топологической динамики рангового распределения по электропотреблению региона в качестве критерия надежности прогнозирования электропотребления отдельными предприятиями позволяет уточнить на 5-

10% отдельные прогнозные уравнения и избежать грубых ошибок в оценке тенденций развития региона в целом.

Таким образом, устойчивость ранговой поверхности N -распределения (динамики первого рода), высокая степень согласованности и взаимокompенсированности траекторий электропотребления предприятий структурно-топологической динамики ставят вопрос учета ценологического фактора - всех на одно при прогнозировании развития электропотребления предприятий выделенной территориально-административной системы. Для решения расчета потребности в электроэнергии и проблем энергосбережения, нами выделяется три группы предприятий по ранговому N -распределению, которые требуют различного подхода в зависимости от их места в ценологической классификации:

- 1) самые крупные предприятия первой касты, образующие первую точку рангового N -распределения (регионообразующее предприятие №7);
- 2) средние предприятия поинтер-касты (75 предприятий персонифицированного учета свыше 750 кВА);
- 3) мелкие и мельчайшие предприятия виртуальной касты (применительно к Хакасии их более 1000).

Таким образом: 1) уравнение баланса динамик двух родов рангового N -распределения по электропотреблению предприятий республики Хакасия позволяет верифицировать расчеты в потребности электроэнергии классическими способами прогноза; 2) Структурно-топологическая динамика электропотребления региона подтвердила устойчивость видовых распределений согласованность и взаимокompенсированность динамики временных рядов отдельных предприятий между собой.

3.2. Анализ, моделирование и прогнозирование электропотребления предприятий первой точки

3.2.1. Технология выделения предприятий первой касты

Первой кастой называется электропотребление одного или группы (при соблюдении определенных условий) предприятий, образующих первую точку аппроксимирующего рангового распределения (3.1.1.1). Процедура (технология) выбора первой точки (касты) формализована двумя условиями: Первое. Строится последовательность ранговых N -распределений, где в каждом последующем исключается предприятие с наибольшим электропотреблением до тех пор, пока у отбрасываемых предприятий на рассматриваемом временном интервале совпадает траектория электропотребления с траекторией первого ранга; Второе. В случае выполнения первого усло-