

2.2. Построение ранговых и видовых распределений

Первая процедура рангового анализа трудно формализуется из-за проблем, которые в техноценологической теории называют конвенционностью границ и фрактальностью видообразования (приводящими к трансцендентности техноценозов), следствием чего являются ограниченность и зависимость реально существующих техноценозов. Не вдаваясь в теоретические дебри, сформулируем лишь ряд рекомендаций по выделению техноценоза, которые непосредственно следуют из определения [19,20,28].

Во-первых, техноценоз должен быть локализован (отграничен) в пространстве и времени. Эта операция требует от исследователя некоторой решительности, ибо он должен понимать, что абсолютно точного выделения техноценоза никому и никогда сделать не удастся. Кроме того, техноценоз постоянно изменяется (можно сказать «живет», эволюционирует), поэтому исследовать его надо без промедления. Принципиальным является также и то, что в техноценозе должно быть представлено значительное количество (тысячи, десятки тысяч) отдельных технических изделий различных видов (изготовленных по разной технической документации), не связанных друг с другом сильными связями, то есть техноценоз – это не отдельное изделие, а их многочисленная совокупность.

Во-вторых, в техноценозе должна явно просматриваться единая инфраструктура, в которую входят системы управления и всестороннего обеспечения. Самое главное – в техноценозе должна наличествовать и четко формулироваться единая цель, заключающаяся, как правило, в получении наибольшего положительного эффекта при наименьших затратах. Безусловно, среди элементов техноценоза может иметь место конкуренция, однако и она должна быть направлена на достижение общей цели. В этом смысле техноценозами, как правило, не могут считаться цеха предприятия, либо два-три завода, не связанных между собой системой управления, либо произвольная часть города. Нельзя считать техноценозом и несколько взаимосвязанных предприятий, если они составляют лишь часть системы. Если говорить о группировках войск, то техноценозами являются дивизия, армия, фронт, однако, отдельно взятые войска связи, инженерные войска или армейская авиация таковыми не являются.

Выделение техноценоза сопровождается его описанием. Рекомендуется создавать для этого специальную базу данных, включающую максимально систематизированную и стандартизированную, достаточно полную и в то же время без излишних частных информации о видах и особях техноценоза. Информация структурируется по оргштатным подразделениям. Доступ к ней должен быть, по возможности, автоматизирован, необходимо предусмотреть процедуры ее анализа и обобщения в интерактивном режиме. При этом следует максимально использовать возможности ком-

пьютерной техники (в частности, стандартные приложения ОС Windows: MS Excel, MS Access, Fox-pro, VS.NET, SQL и др.).

Процедура определения перечня видов также сложна и трудно формализуема. Суть ее заключается в определении полного перечня видов техники в уже выделенном техноценозе. Делается это путем анализа разработанной информационной базы. Как мы уже знаем, вид техники выделяется как единица, на которую имеется отдельная конструкторско-технологическая документация. Однако и здесь есть свои нюансы. Дело в том, что большинство современных технических изделий состоят из других изделий, на которые в свою очередь также имеется документация. Следовательно, нужно исходить из того, что вид техники должен быть функционально законченным, относительно независимым. В этом смысле видом техники может быть признана лопата, а процессорный блок компьютера – нет. Лопата может выполнять свои функции (копать землю), а процессорный блок, будучи взят отдельно, никому не нужен.

Сложность заключается и в том, что всегда одновременно существует множество модификаций одного и того же вида техники, и в какой момент из очередной модификации возникает новый вид, определить очень не просто. Ясно, что один вид от другого должен отличаться существенно. Критерием здесь является либо отличие одного из важнейших классификационных параметров назначения (мощности, скорости, напряжения, частоты, дальности и др.), либо наличие в конструкции принципиально нового функционально важного узла, блока, агрегата (двигателя, генератора, процессора, навесного оборудования, базы, шасси, и др.).

По опыту исследования техноценозов (в различных областях) в перечне видов рекомендуется иметь двести-триста наименований (при общем количестве технических изделий-особей до десятков тысяч единиц). Составляя перечень, важно активно использовать существующие стандартные номенклатуры, классификации, оргштатные структуры, требования, нормалы, технические описания и др. Однако в любом случае следует стремиться к тому, чтобы перечень видов был, с одной стороны, исчерпывающим, а с другой – равномерным с точки зрения детализации по модификациям. Имеется в виду, что не должно быть такого положения, когда какой-то из видов представлен лишь одной модификацией, а другой – десятью [13-15,19,20]. Выделенный перечень видов должен быть зафиксирован в списке и многократно перепроверен различными специалистами.

Выполняя следующую процедуру рангового анализа, в качестве функциональных рекомендуется задавать несколько принципиально значимых для техноценоза, физически измеряемых и доступных для исследования параметров. Желательно, чтобы они были комплексными и в совокупности представляли группу, достаточно полную для качественного описания техноценоза с точки зрения его конечной цели функционирования. Такими параметрами могут выступать стоимость жизненного цикла,

энергопотребление, сложность структуры (если ее можно описать), надежность, живучесть, численность обслуживающего персонала, массогабаритные показатели, топливная экономичность и др. Как видим, любой из перечисленных параметров емко характеризует технические изделия. Наиболее важными из них представляются стоимость, энергопотребление и численность обслуживающего персонала (безусловно, включая и тот персонал, который осуществляет всестороннее обеспечение функционирования данного вида техники). Представляется, что именно эти параметры наиболее емко отражают энергетические затраты, необходимые для всестороннего обеспечения процесса функционирования.

После задания функциональных параметров необходимо определить и внести в базу данных техноценоза конкретные значения этих параметров, которыми обладает каждый вид техники из его состава. Это длительная и кропотливая статистическая работа, однако вполне доступная для каждого исследователя. Следует лишь стремиться к тому, чтобы была применена единая система измерения, т.е. для разных видов параметр должен определяться в одних и тех же единицах (килограммах, киловаттах, рублях по одному курсу, человеко-часах и др.). В создаваемой информационной базе техноценоза должны изначально предусматриваться соответствующие поля для последующего внесения значений конкретных параметров.

Работа по созданию информационной базы техноценоза завершается после того, как будет создана многомерная электронная таблица (база данных, включающая банк и систему управления данными – СУБД), которая вбирает систематизированную в определенном порядке (по укрупненным видам техники, подразделениям техноценоза, граничным значениям параметров или другим признакам) информацию о видах технических изделий, входящих в техноценоз, а также значениях видообразующих и функциональных параметров, которыми характеризуется каждый из этих видов.

Ключевым параметром, о котором мы пока не говорили, но который обязательно должен присутствовать в сформированной базе данных, причем на первом месте, является количество единиц техники каждого из видов, которым они представлены в техноценозе. Как мы знаем, группа технических изделий одного вида в составе техноценоза называется популяцией, а их численность – мощностью популяции [11-15,28].

Здесь полезным будет еще раз напомнить о принципиальной разнице между видом и особью. Вид – это абстрактное обьективированное понятие, по сути, наше внутреннее представление об облике технического изделия, сформированное на основе документов, знаний и опыта. Вид мы именуем маркой или образцом техники (автомобиль ЗИЛ-131, электростанция ЭСБ-0,5-ВО, большая саперная лопата, космический корабль «Прогресс-1М», вино «Портвейн-777» и др.). В составе исследуемого техноценоза функционирует техническая особь, например, конкретный автомобиль (марка – ЗИЛ-131, номер шасси – 011337, заводской номер двига-

теля – 17429348, пробег – 300 тыс. км, водитель – Иванов, на левом борту кузова – грязное масляное пятно). Предположим, всего в рассматриваемом техноценозе в данный момент времени наличествует 150 автомобилей марки ЗИЛ-131. Таким образом, в базе данных у нас в каком-то месте будет фигурировать запись: вид – ЗИЛ-131; предназначение – перевозка грузов; количество в техноценозе (мощность популяции) – 150 единиц; базовая стоимость – 10 тыс. долларов; обслуживающий персонал – 2 человека; масса – 5 тонн; потребление топлива – 54 литра на 100 км и т.д.

Первые четыре процедуры завершают так называемый информационный этап рангового анализа. Следующий, аналитический этап, начинается с построения на основе информационной базы данных ранговых и видовых распределений техноценоза. Исходным здесь является отранжированное табулированное распределение.

Ранг вида или особи есть комплексная характеристика, определяющая их место в упорядоченном распределении. Ранжирование имеет глубокое энергетическое обоснование и философское значение [19,20]. Представление данных в ранговой форме имеет вековую историю (со времени открытия распределений Парето, Лотки и Ципфа) и представляет собой, по сути, разновидность статистической обработки особых массивов информации, наряду с построением функций распределения в частотной форме. Однако не будем вдаваться в детали и скажем лишь, что для нас ранг – это номер по порядку в некотором упорядоченном распределении.

Табулированное ранговое распределение объединяет всю статистику о техноценозе, значимую с точки зрения техноценологического подхода вообще. По форме это таблица. Ниже представлен вариант данного распределения (табл. 2.1). Как видим, первую строчку таблицы занимает запись о самом многочисленном виде техники (в данном случае анализировалась электроэнергетическая инфраструктура группировки войск, а в качестве видов рассматривались электротехнические средства). На второе место поставлена вторая по численности электростанция и так далее вплоть до уникальных для данного техноценоза видов.

Существенной является закономерность: чем меньше численность вида в техноценозе, тем выше его основные видообразующие параметры. И хотя кое-где имеются отклонения от закономерности, общая тенденция очевидна. И в этом находит проявление закон информационного отбора [28] и его следствие – закон оптимального построения техноценозов [20].

Ранговое видовое распределение может быть изображено в графической форме. Оно представляет собой зависимость количества технических особей, которым представлен вид в техноценозе, от ранга (рис. 2.2 – для примера, приведенного в табл. 2.1). По сути, график рангового видового распределения есть совокупность точек, однако для наглядности на рисунке изображены также и гладкие аппроксимирующие кривые (об их роли в ранговом анализе уже сказано в предыдущем параграфе).

Таблица 2.1

Пример табулированного рангового распределения техноценоза

Ранг	Вид ЭТС	Количество ЭТС в группировке, ед.	Характеризующий параметр			
			Мощность, кВт	Стоимость, о.е.	Масса, кг	.....
1	АБ-0,5-П/30	2349	0,5	450	40	.....
2	ЭСБ-0,5-ВО	1760	0,5	610	55	.....
3	АБ-1-О/230	1590	1	970	84	.....
4	АБ-1-П/30	1338	1	880	73	.....
5	ЭСБ-1-ВО	1217	1	1040	97	.....
6	ЭСБ-1-ВЗ	1170	1	990	85	.....
7	АБ-2-О/230	1093	2	1500	130	.....
8	АБ-2-П/30	970	2	1540	127	.....
9	АБ-4-Т/230	915	4	1990	298	.....
.....
.....
.....
.....
179	.....	.....	.....	.....	.....	.....
180	.....	.....	.....	.....	.....	.....
181	.....	.....	.....	.....	.....	.....
182	ЭСД-100-ВС	2	100	85000	3400	.....
183	ЭД200-Т400	1	200	120000	4200	.....
184	ЭД500-Т400	1	500	250000	6700	.....
185	ЭД1000-Т400	1	1000	340000	9300	.....
186	ПАЭС-2500	1	2500	500000	13700	.....

Примечание: в данном случае ЭТС – электротехническое средство (двигатель-генераторная установка, генератор подвижного средства, передвижная электростанция, система автономного электроснабжения, энергопоезд) военного назначения [11].

Каждой точке графика на рис. 2.2 соответствует определенный вид техники. При этом абсцисса на графике – ранг, а ордината – число особей, которым этот вид представлен в техноценозе. Все данные берутся из табулированного распределения (табл. 2.1).

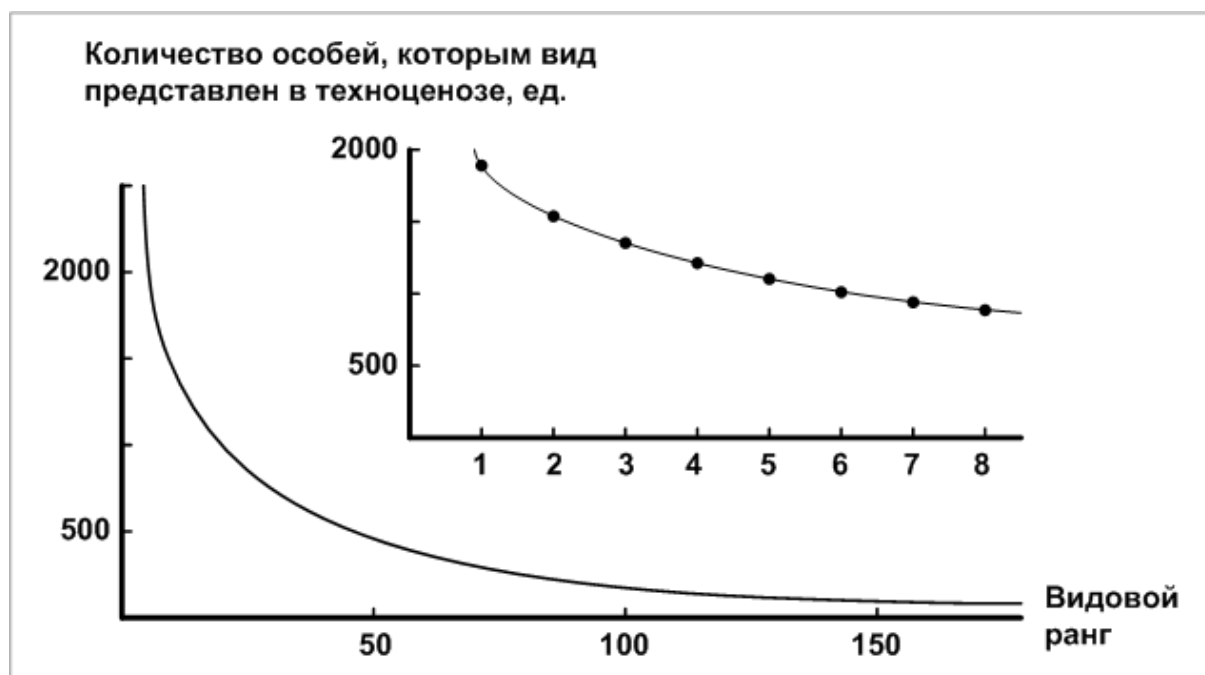


Рис. 2.2. Ранговое видовое распределение

В ходе рангового анализа техноценоза по табулированному распределению строятся также графики ранговых распределений по каждому из видообразующих параметров. Однако здесь прослеживается определенная специфика, заключающаяся в том, что если в ранговом видовом распределении ранжируются виды, то в параметрическом – особи.

На рисунке 2.3 приведен график параметрического распределения по мощности (в киловаттах) для примера, приведенного в таблице 2.1. Так как в техноценозах могут насчитываться десятки и даже сотни тысяч технических особей, то построить график рангового параметрического распределения в одних осях для всего техноценоза, как правило, не представляется возможным. Для наглядности его делят на фрагменты с соответствующим масштабом. В ранговом параметрическом распределении каждой точке соответствует не вид, а особь. Первый ранг присваивается особи, имеющей наибольшее значение параметра, второй – имеющей наибольшее значение среди особей, кроме первой, и т.д.

Здесь необходимо сделать ряд замечаний. Во-первых, как нам теперь понятно, ранг на рисунке 2.3 (он называется параметрическим) не соответствует рангу на рисунке 2.2 (видовому). Теоретически между ними имеется связь [19,20], однако она чрезвычайно сложна и здесь будет показана несколько ниже. Во-вторых, т.к. в пределах вида, пренебрегая гауссовым разбросом, мы принимаем значение видообразующего параметра одним и тем же, то на графике параметрического распределения все особи этого вида будут изображены точками с одинаковыми ординатами. Количество

этих точек будет равно количеству особей данного вида в техноценозе. Сам же график состоит как бы из горизонтальных отрезков различной длины. В-третьих, виды на ранговом видовом распределении и особи на ранговом параметрическом, имеющие одинаковые ординаты, ранжируются произвольно. В-четвертых, ранжирование особей по различным параметрам, хотя в целом и схоже, однако точно никогда не соответствует одно другому, что также важно учитывать, чтобы не ошибиться. У каждого параметрического распределения свой параметрический ранг [19].

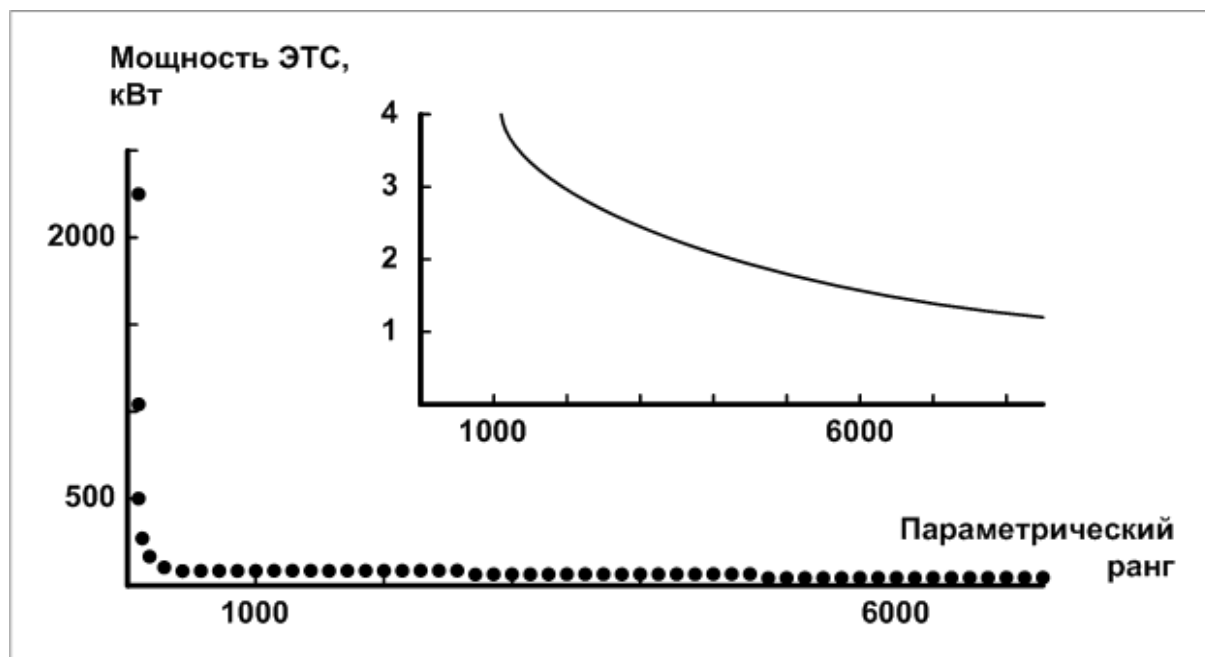


Рис. 2.3. Ранговое параметрическое распределение по одному из видообразующих параметров

Среди распределений рангового анализа особое место занимает видовое. Есть мнение, что оно является основным [28-31]. Имеются теоретическое обоснование и эмпирическое подтверждение тому, что, с одной стороны, видовое и ранговое видовое есть взаимнообратные формы одного распределения, а с другой – что бесконечная совокупность (континуум) ранговых параметрических распределений техноценоза математически свертывается в одно видовое [13,16,19,20,37]. Видовое распределение в графической форме строится по табулированному распределению.

На рисунке 2.4 показано распределение (которое, строго говоря, является совокупностью эмпирических точек) для примера, приведенного ранее в таблице 2.1. Ясно, что его, как и ранговое параметрическое, практически невозможно изобразить в одних осях, поэтому обычно видовое распределение изображают фрагментами с удобным масштабом (один из таких фрагментов показан выше и правее основного графика на рис. 2.4).

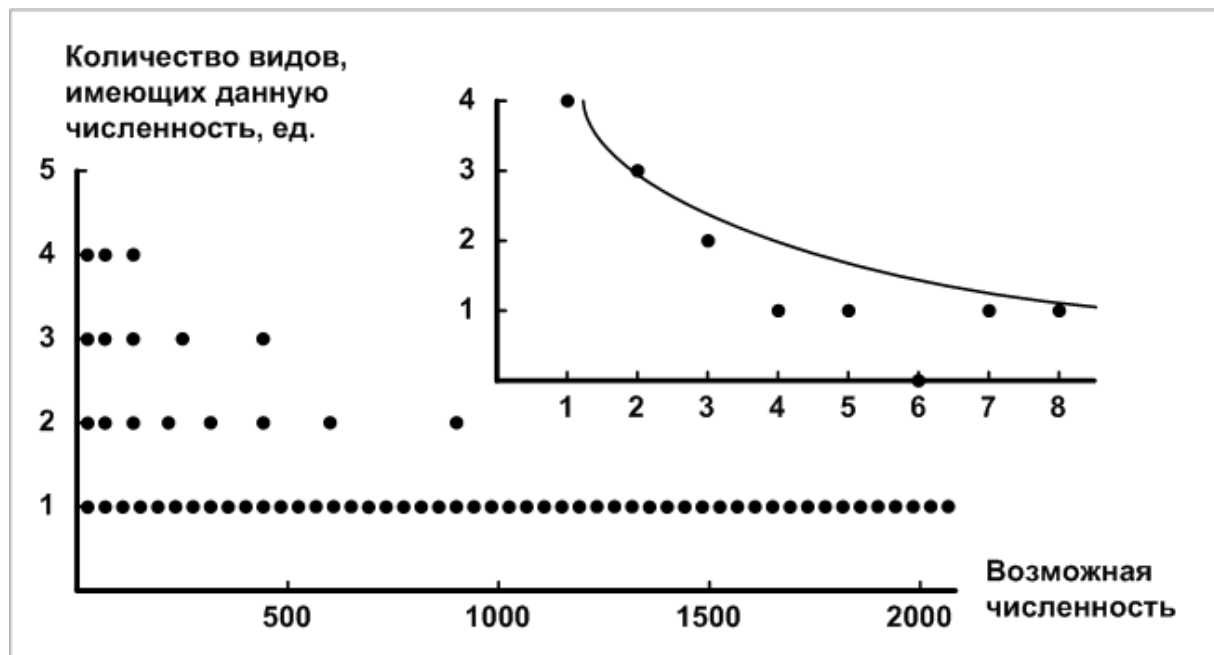


Рис. 2.4. Видовое распределение техноценоза

Еще раз уточним, как строится видовое распределение. Итак, по оси абсцисс откладывается возможная численность особей одного вида (мощность популяции) в техноценозе. Очевидно, что особей может быть одна, две, три, четыре и т.д. вплоть до цифры, соответствующей максимальной по объему популяции. Иными словами, это ряд натуральных чисел в порядке возрастания. По оси ординат откладывается количество видов, представленных в техноценозе данной численностью. Как видно из табулированного рангового распределения, одной особью у нас представлено четыре вида (ЭД200-Т400, ЭД500-Т400, ЭД1000-Т400, ПАЭС-2500), поэтому мы откладываем точку с координатами (1,4). Двумя особями представлено три вида – точка (2,3); тремя особями два вида – точка (3,2); четырьмя, пятью, семью и восемью особями представлено по одному виду – точки (4,1); (5,1); (7,1); (8,1), а вот шестью особями не представлен ни один вид, поэтому среди точек графика имеется особая точка с координатами (6,0). Последняя точка распределения имеет координаты (2349,1).

Сделаем еще несколько важных замечаний. Во-первых, все точки с нулевыми ординатами должны учитываться в последующей процедуре аппроксимации. Во-вторых, теоретически в видовом распределении заложена фундаментальная тенденция: чем больше численность в техноценозе (больше цифра по оси абсцисс), тем меньше разнообразие видов (меньше количество видов по оси ординат). Это есть следствие закона информационного отбора. Коль скоро об этом зашла речь, отметим, что информационный отбор – основная движущая сила техноэволюции, базирующаяся на изменчивости, преемственности и оценке видов технических изделий и осуществляющаяся в фундаментальном спонтанном цикле, включающем

этапы: производства видов технических изделий в количестве, всегда превышающем необходимые функциональные потребности; борьбы за существование этих видов при постоянной ограниченности энергетических ресурсов, заканчивающейся победой видов, обладающих более эффективными параметрами; документирования полезной информации и утверждения документа для выпуска новых технических изделий [28-34].

Однако в отличие от ранговых распределений (которые всегда убывающие) в видовом распределении не производится ранжирование, поэтому на его графике присутствуют точки, которые аномально отклоняются от сформулированного выше правила. На рисунке 2.4 такие точки видны (например, (6,0)). Там, где имеется сгущение аномально отклоненных точек (как в ту, так и в другую сторону), мы фиксируем так называемые особые зоны номенклатурных нарушений видовой структуры [8-12,19,20].

Попробуем разобраться, что означают аномальные отклонения в видовом распределении (при этом вспомним философские и методологические основания закона оптимального построения техноценозов [20]). Если точки отклоняются ниже некоторой гладкой аппроксимирующей кривой, это означает, что в аномальной зоне номенклатурного ряда техноценоза отмечается завышенная унификация техники, то есть различные важные функциональные предназначения выполняются одним видом техники, а могли бы выполняться несколькими. А мы знаем, что любая унификация приводит к снижению функциональных показателей, т.е. эта техника недостаточно надежна, ремонтпригодна, хуже массогабаритные показатели и т.д. И, как следствие, мы имеем в техноценозе заниженные показатели, отражающие общий процесс функционирования. Если же точки отклоняются выше кривой, то здесь неоправданно большое разнообразие техники, что непременно скажется (в худшую сторону) на функционировании обеспечивающих систем (труднее доставать запчасти, готовить обслуживающий персонал, подбирать инструмент, утилизировать и т.д.). В любом случае, отклонение – это есть системная аномалия, присущая исследуемому техноценозу на данном временном интервале. Отметим, что для наглядности иногда видовые распределения строят в виде гистограмм, однако никакого теоретического значения это не имеет.

На этом собственно аналитический этап рангового анализа завершается. Далее следуют оптимизационные процедуры, которые теоретически восходят к весьма сложным уравнениям закона оптимального построения техноценозов. Однако у этих процедур имеется и достаточно простая интерпретация. Поэтому далее мы ставим перед собой задачу сначала осветить методологию оптимизации техноценозов в сравнительно простом и доступном варианте, а уже затем перейдем к собственно формулированию закона оптимального построения техноценозов и демонстрации всей его аналитической мощи на примере методологии оптимального управления электропотреблением крупного инфраструктурного объекта.