

## Золотое сечение и ранговый анализ техноценозов

Научно-технический прогресс достиг такой ступени развития, когда видовое разнообразие выпускаемых изделий соизмеримо с видовым разнообразием в природе. Законы развития техники, включающей отдельные элементы, и живой природы, состоящей из отдельных особей, имеют много общего. При достижении определенного уровня сложности в технических системах начинают работать те же закономерности Эволюции, что и в системах, созданных самой Природой. Поэтому представляется возможным описывать сложные технические системы на основе ценологических понятий.

Человечество в своем развитии стало создавать сложные искусственные системы: транспортные, информационные, энергетические, производственные, и т.д. Это комплексное хозяйство является системой нового типа, где свойства системы не вытекают из совокупности свойств ее отдельных элементов. Подобные системы рассматриваются в науке как ценозы (биогеоценозы, техноценозы, бизнесценозы и т.д.).

Известно, что в 1877 г. при исследовании свойств отдельных особей и совокупностей живых организмов Клаус Фердинанд Мебиус ввел понятие «биоценоз». Биоценоз – совокупность живых организмов, обитающих на определенном участке, где условия внешней среды определяют его видовой состав.

Термин «техноценоз» и ценологический подход предложены в 1974 г. замечательным ученым Б. И. Кудриным, где техноценоз определяется как сообщество всех изделий, включающее все популяции; ограниченное в пространстве и времени; имеющее слабые связи и слабые взаимодействия элементов (изделий), образующих систему искусственного происхождения, которая характеризуется несопоставимостью времени жизни ценоза и особи, невозможностью выделения однозначной системы показателей. Устойчивость технической системы обусловлена действием законов энергетического и информационного отборов по аналогии с живыми системами, где действует закон естественного отбора [1].

В настоящее время термин «эволюция» используется в биологии для описания процессов исторического развития живых организмов. В технике также происходит эволюция (техноэволюция), которая повторяет законы биологической эволюции (табл.1) и (табл.2).

Процессы, протекающие в окружающей нас технической реальности, изучает технетика – наука о форме существования (движения) «технической (искусственной) материи». По определению профессора Кудрина Б.И. технетика включает в себя функционирующую технику, применяющуюся технологию, используемые материалы, изготавливаемые изделия (продукция) и появляющиеся отходы [2].

Таблица 1

## Основные термины описания параллелизма био- и техноэволюции

Определение	Наименование	
	биологическое	технологическое
Самостоятельно функционирующая единица	Организм	Изделие
	особь	Особь
	вид	Вид (типоразмер)
	популяция	популяция
Элементарная единица эволюции, группа особей одного вида организмов, занимающая область пространства с определенными границами		
Ограниченное в пространстве и времени любое единство, включающее все популяции (все организмы (изделия))	биоценоз, биотическое сообщество	техноценоз
Сообщество и неживая среда (физико-химические факторы), функционирующие совместно и рассматриваемые как единое; взаимосвязанный комплекс организмов, характерных для известных геофизических условий	биогеоценоз (геобиоценоз), экосистема	экосистема
Направленное постепенное и закономерное изменение популяций в ряду поколений	эволюция	техноэволюция
Материальный объект, содержащий закреплённую информацию и предназначенный для ее передачи и использования	ген	документ
Устройство изделия, генетическая конституция, записанная с помощью символов; совокупность всех генов (документов), определяющая организм (изделие)	генотип	генотип
Внешнее видимое проявление наследуемых признаков, реализованный комплекс признаков организма	фенотип	фенотип
Возможность и способность к воспроизведению своего вида	размножение	изготовление
Внезапное наследственное изменение, любое изменение, внесенное в документ, по которому изготавливается изделие	мутация	вариофикация
Формирование экосистем количественно увеличивающимися видами так, что каждое из большинства видов представлено малым числом особей; по мере увеличения количества особей одного вида – число этих видов сокращается	видовое разнообразие	ассортица

Каждое техническое изделие является особью, которую можно отнести к определенному виду. Понятие вида является ключевым в технетике. Изделия одного вида изготавливаются по одной документации, отличаются от других видов количественными и качественными характеристиками. Группа изделий одного вида в техноценозе образует популяцию.

Окружающий нас мир может быть классифицирован по наиболее общим классам систем, отличающимся по способу хранения и воспроизведения информации [1]:

- Физические системы (неживая природа).
- Биологические системы (живая природа).
- Технические (искусственные) системы.

Существование физических систем (неорганический мир, неживая природа) определяется физико-химическими законами. Объект изменяется под влиянием окружающей среды. Развитие происходит при использовании имеющейся информации (окружающей неоднородности по структуре, массе, энергии) в направлении роста энтропии. Информация используется объектом неживой природы для перехода в более стабильное для данных условий состояние. При этом нет выделенного носителя информации и нет плана его использования.

В процессе развития неорганического мира природа сделала качественный скачок: нашла способ записывать информацию и сохранять ее путем многократного воспроизведения копий. Появились биологические системы. Природа создала функционально неделимую систему (участок молекул ДНК), материальный носитель информации – ген. Реализовалось совмещение материального носителя информации и аппарата воспроизведения. Появился план использования информации о свойствах организма, реализация которого определялась эволюционным отбором.

Следующим этапом стало создание технических (искусственных) систем. В них также произошел качественный скачок в использовании и воспроизведении информации. Появился материальный объект, содержащий закрепленную информацию о техническом изделии – документ. На основании информации, тем или иным способом записанной в документе, осуществляется изготовление (воспроизводство) искусственного изделия. Произошло пространственно – временное разделение собственно документа, воспроизведение документа и процесса воспроизведения искусственного изделия на основе документа.

Основу научных исследований Б.И.Кудрина, ведущихся с 1971 г. и концептуально завершённых в области электрики к 1976 г., а философии – к 1996 г., составил опыт проектирования и строительства крупных заводов и их хозяйств, цехов; отдельных комплексов, зданий, сооружений и сетей. Сами ценологические свойства цехов (предприятий) и городов (квартир) стали проявляться в нашей стране в 50-е годы и были замечены Б.И.Кудриным в 70-е годы [3].

Теория естественного отбора Ч. Дарвина	Теория информационного отбора
<p>Любая группа животных и растений (организмов) имеет тенденцию к наследственной изменчивости</p> <p>Организмов каждого вида рождается больше, чем может найти себе пропитание, выжить и оставить потомство</p> <p>Между множеством рождающихся особей происходит борьба за существование</p> <p>Особи, которые обладают признаками, дающими им какое-либо преимущество в конкурентной борьбе, имеют больше шансов выжить, и таким образом, подвергнутся естественному отбору. Выживание наиболее приспособленных</p> <p>_____</p> <p>В силу могущественного принципа наследственности каждая отобранная особь будет стремиться к размножению своей новой, измененной формы</p>	<p>Любой документ – изменяется</p> <p>Изделий изготавливается больше, чем есть свободных экологических ниш</p> <p>Реализованные фенотипы ведут борьбу за существование при ограниченности вещественных и энергетических ресурсов</p> <p>Популяции, которые обладают признаками, способствующими освоению новых или перераспределению в свою пользу существующих экологических ниш, образуют источник незакрепленной информации</p> <p>Незакрепленная информация документируется и превращается в программу</p> <p>Документ утверждается и становится действующим для изготовления изделий</p>

Отличительным признаком любого техноценоза является тот факт, что всю документацию на этот ценоз собрать нельзя принципиально. Построение техноценозов определяется законами техноэволюции, а структура его образующих элементов по повторяемости видов устойчива и определяется гиперболическим Н-распределением [2].

Структура ценозов описывается разными типами распределений:

- видовое распределение – зависимость числа видов с равным количеством особей от количества особей в виде;
- ранго-видовое распределение– ранговое представление основывается на расположении элементов в порядке убывания величины описывающего их параметра или частоты появления;
- ранговое распределение по параметру, при расположении видов в порядке уменьшения какого-либо параметра.

По количеству видов и элементов техноценозы характеризуются как дискретными, так и непрерывными величинами. Для дискретных величин обычно применяется видовое распределение, а для непрерывных – ранговое. Кудрин Б.И. предложил использовать модель Н-распределения для математического описания видового и рангового распределения

$$A_i = \frac{A}{X_i^{1+\alpha}}$$

где  $A_i$  – теоретическое значение числа видов для всех  $i$ ,  
 $X_i$  – численность популяции  $i$ ,  
 $A, \alpha$  – постоянные видового распределения.

В электроэнергетике применительно к промышленным предприятиям, как правило, определяют связь между количеством видов продукции и электропотреблением

$$W_r = \frac{W_1}{r^\beta}$$

где  $W_r$  – электропотребление особи с рангом  $r$ ,  
 $W_1$  – электропотребление особи с рангом  $r = 1$  (максимальное электропотребление);  
 $\beta$  – ранговый коэффициент, характеризующий форму кривой распределения.

На основе зависимости годового электропотребления от разнообразия и структуры выпускаемой продукции прогнозируют параметры электропотребления, опираясь на объем выпускаемой продукции.

Отмеченные ценологические свойства промышленных предприятий констатируют устойчивость явления, проявляющегося с определенного уровня организации некоторого множества элементов с неопределенными связями: способность ценозов формировать в процессе образования и сохранять в процессе развития устойчивую структуру при наличии различных механизмов отбора.

В работах В.И. Гнатюка предполагается, что оптимальным является такой техноценоз, который по своим функциональным показателям характеризуется максимальной энтропией и обеспечивает выполнение поставленных задач, т.е. идеальное выполнение своего функционального назначения. Данная теория предполагает существование некоторого идеального распределения элементов ценоза, причем стабильность системы характеризуется значением рангового коэффициента  $\beta$ , находящегося в пределах от 0,5 до 1,5 [4,5].

Функциональное выполнение своего назначения и понятие «идеальная техническая система» уже нашли свое применение в электроэнергетике [6].

Объясним существование идеальной технической системы с точки зрения гармонии. Будем считать, что гармония и идеальное распределение ценоза как системы, выполняющей свое функциональное назначение, подчиняются «Золотому сечению», а понятие «Золотое сечение» неразрывно связано с числами Фибоначчи. Числовой ряд, носящий сегодня его имя, вырос из задачи с кроликами, которую Фибоначчи изложил в своей книге «Liber abacci», написанной в 1202 году.

В науке существует понятие «Золотое сечение» – деление отрезка на две части, при котором длина отрезка так относится к большей части, как большая часть относится к меньшей. Одна из самых древних формулировок - у Платона: «Для соединения двух частей с третьей, совершенным образом, необходима пропорция, которая скрепила бы их в единое целое. При этом одна часть целого должна так относиться к другой, как целое - к большей части» [7].

Движение естествознания к пониманию и описанию таких явлений как самоорганизация и гармония требует нового математического аппарата. В отличие от классической математики с доминированием фундаментальных математических констант  $\pi$  и  $e$ , в математике живой природы доминирует константа "Золотого Сечения" -  $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,618$ .

В нашу задачу входит показать значение Золотого Сечения в сфере организации электротехнических систем по аналогии с живой природой. Если взять убывающий числовой ряд 1,0; 0,62; 0,38; 0,24; 0,15; 0,09 и т.д. (что соответствует шкале мощностей трансформаторов), состоящий из чисел с коэффициентом  $1/1,618$ , построить кривую (рис.1), проходящую через этот ряд чисел, то можно методом аппроксимации подобрать функцию, дающую приемлемую точность для последующего прогнозирования, выраженную в  $R^2$  - мере адекватности (коэффициент детерминации) [8].

$$\Phi_i = 1,663 e^{-0,489 r}$$

Этой кривой (Н-распределение) можно описывать в техноценозе при ранжировании соотношение количества видов и численности каждого вида. Проведем некоторые преобразования данной формулы. Заменим с приемлемой точностью число 1,663 отношением  $5/3$  (отношение двух соседних членов ряда), что в свою очередь приблизительно равно  $\Phi$ . Число  $e$  заменим на число  $\Phi^2$ , показатель степени  $-0,489r$  заменим на  $-r/2$ . После преобразования получим следующее выражение

$$\Phi_i = \Phi * \Phi^{2(-r/2)} = \Phi^{(1-r)} = 1/\Phi^{(r-1)}$$

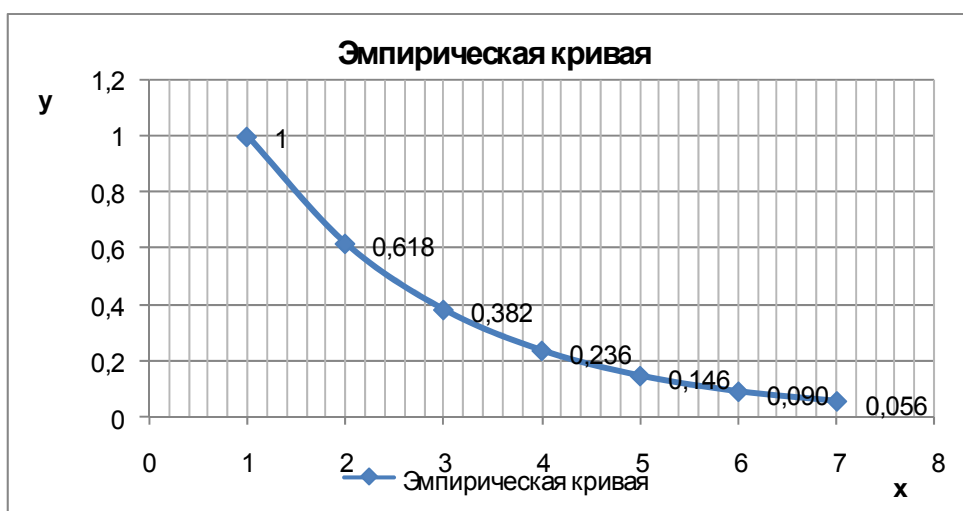


Рис.1 Ряд чисел и аппроксимирующая кривая

Каждое предприятие находится в динамическом процессе создания, существования, трансформации и ликвидации. Подобные этапы сопоставимы с этапами жизни биологических объектов. Таким образом, разнообразие видов и диапазон разброса параметров предприятий - особей в ценозах всегда настолько велик, что это делает невозможным применение привычной для нас классической математической статистики. Отсюда возникает потребность оперировать выборкой параметров в целом. Для этого необходимо построить ранговое распределение особей техноценоза.

Наиболее эффективным и к настоящему времени апробированным инструментом ценологических исследований является ранговый анализ – метод исследования больших систем, имеющий целью их статистическое описание, а также оптимизацию, и полагающийся в качестве основного критерия форму видовых и ранговых распределений. Исходной посылкой негауссовой математической статистики является признание существования таких объектов (ценозов), в которых выборки параметров, описывающих отдельные элементы, не имеют математического ожидания, а дисперсия равна бесконечности [4].

Под ранговым распределением понимается убывающая последовательность значений параметров, упорядоченная таким образом, что каждое последующее число меньше предыдущего, и поставленная в соответствие рангу (номеру по порядку, ряду натуральных чисел, расположенных в порядке возрастания).

Практическая реализация анализа техноценозов эффективно осуществляется в рамках процедур рангового анализа, который включает следующие комплексные этапы [4]:

1. Выделение техноценоза.
2. Определение перечня видов в техноценозе.
3. Задание видообразующих параметров.
4. Параметрическое описание техноценоза.

5. Построение табулированного рангового распределения.
6. Построение графического рангового видового распределения.
7. Построение графических ранговых параметрических распределений.
8. Построение видового распределения.
9. Аппроксимация распределений.
10. Оптимизация техноценоза

На рис. 2 показана процедура прогнозирования электропотребления объекта техноценоза. Имея информацию за предыдущий период и делая текущий срез, при устойчивом параметрическом распределении можно прогнозировать параметры электропотребления на следующий период.

Прогнозная оценка электропотребления объекта в  $(t + 1)$ -ом году выглядит следующим образом:

$$W_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W_j(t + 1),$$

где  $n$  – количество этапов предыстории.

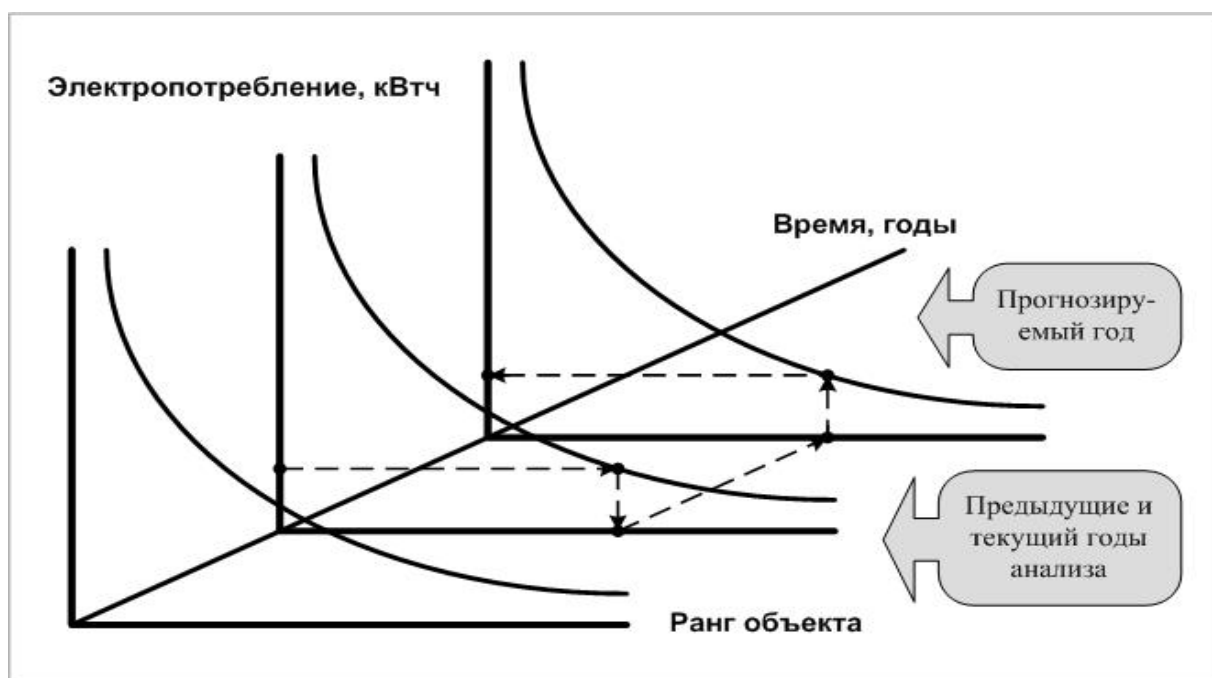


Рис. 2. Прогнозирование электропотребления

Анализ структурно-топологической динамики техноценозов направлен на рассмотрение движение видов и изменение параметров  $N$ -распределения. Это движение объясняется непрерывным воздействием на структуру техноценоза



множества внутренних и внешних факторов, которые порождают, умножают или уменьшают число особей любого из видов техноценоза. Внутривидовой и межвидовой отборы определяют вектор развития техноценоза, задавая динамику структуры и обеспечивая ее устойчивость.

Многообразие примеров Золотого сечения и чисел Фибоначчи в природе убедительно говорит об их исключительности. Обилие проявлений Золотой пропорции в самых разнообразных формах материального мира свидетельствует о том, что в природе реально существует глобальная закономерность. Эта идея настолько оригинальна, что может служить основой новых методологических подходов в науке при ценологических исследованиях сложных технических систем.

С учетом опыта развития живой природы, можно предполагать, что кривая рис. 1 отражает идеальное соотношение количества видов и численности каждого вида. Поэтому при определении основных показателей и количества установленного оборудования целесообразно использовать понятие «Золотое сечение» и числа Фибоначчи. Поскольку эти соотношения существуют в природе, то человек бессознательно создает техноценозы таким образом, что их оптимальная структура определяется этими постоянными.

#### Литература:

1. Кудрин Б.И. Применение понятий биологии для описания и прогнозирования больших систем, формирующихся технологически // Электрификация металлургических предприятий Сибири. Вып. 3. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1976. - С.171-204.
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. Организация, построение и управление электрическим хозяйством на основе теории больших систем. – Вып. 24. Ценологические исследования. – М.: Центр системных исследований, 2002. – 368 с.
4. Гнатюк В.И. Ранговый анализ техноценозов // Электрика. – № 8. – М.: Наука и технологии, 2001. – С. 14 – 22.
5. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов. – Вып. 29. Ценологические исследования. – М.: Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, 2005. – 384 с.
6. Южанников А.Ю. Полезность и плата за полезность при выборе компенсирующих устройств. Межвуз. сб. науч. трудов НЭТИ. Новосибирск: НЭТИ, 1990. - С.42-45.
7. Коробко В.И., Коробко Г.Н. Золотая пропорция и человек. - М. ; Изд – во междунар. ассоциации строит. вузов: 2002.-394 с.
8. Южанников А.Ю. Золотое сечение, числа Фибоначчи и ценологические параметры электропотребления промышленного предприятия. Вестн. Ассоц. Выпуск. КГТУ. Вып. 12 / Под ред. А.А.Михеева. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. С.165-169.