

Е. Ю. Сизганова
Т. М. Чупак
А.Ю. Южанников

ТЕХНОЦЕНОЗЫ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И КОМПЛЕКСАХ

Монография

Политехнический институт



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

Е. Ю. Сизганова, Т. М. Чупак. А. Ю. Южанников

**ТЕХНОЦЕНОЗЫ
В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
И КОМПЛЕКСАХ**

Монография

Красноярск
СФУ
2012

УДК 574.5
ББК 28.081.8
С349

Р е ц е н з е н т ы: В. И. Пантелеев, д-р техн. наук, проф. зав. кафедрой
«Электротехнические комплексы и системы» СФУ;

А. В. Бастрон, канд. техн. наук, доц. зав. кафедрой «Электроснабжение
сельского хозяйства» КрасГАУ

Сизганова, Е. Ю.

С349 Техноценозы в электротехнических системах и комплексах :
монография / Е. Ю. Сизганова, Т. М. Чупак, А. Ю. Южанников. –
Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 272 с.
ISBN 978-5-7638-2554-1

В монографии рассмотрены вопросы применения теории техноценологических исследований в электротехнических системах и комплексах. Раскрыты особенности исследований для анализа электропотребления и состояния силовых маслонаполненных трансформаторов. Отдельное внимание уделено теории полезности и золотой пропорции в технических системах.

Предназначена для специалистов, работающих в области электроснабжения, энергоресурсосбережения, студентов старших курсов, магистрантов электроэнергетических специальностей, аспирантов.

**УДК 574.5
ББК 28.081.8**

ISBN 978-5-7638-2554-1

© Сибирский федеральный
университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
 <i>Глава 1. ТЕХНОЦЕНОЗЫ</i>	
В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	9
1.1. Основные понятия и определения.....	9
1.2. Свойства техноценозов.....	15
1.3. Математическое описание техноценозов.....	21
1.4. Методология рангового анализа.....	31
1.5. Методология оптимального управления техноценозами.....	40
1.6. Теоретические основы динамики структуры техноценозов....	51
 <i>Глава 2. ЭНТРОПИЯ И ТЕОРИЯ ПОЛЕЗНОСТИ</i>	
В ПРИРОДЕ И В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	61
2.1. Термодинамические аналогии и законы сохранения.....	61
2.2. Принцип наименьшего действия и теория полезности.....	64
2.3. Определение уровней развития систем.....	75
 <i>Глава 3. ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</i>	
ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ	
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	80
3.1. Техноценологические показатели электропотребления.....	80
3.2. Анализ динамики электропотребления	
предприятия сельхозмашиностроения.....	81
3.3. Математическая модель прогнозирования	
электропотребления предприятия сельхозмашиностроения...	98
3.4. Прогнозирование электропотребления	
электротехнического комплекса горных предприятий.....	113
 <i>Глава 4. ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ</i>	
И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	
ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ ТЕХНОЦЕНОЗА.....	123
4.1. Методика оптимального управления	
электропотреблением техноценоза.....	123
4.2. Моделирование процесса электропотребления	
объектов техноценоза.....	127

4.3. Эффективность и потенциал энергосбережения объектов техноценоза.....	135
4.4. Графики нагрузок и оценка потенциала энергосбережения предприятия сельхозмашиностроения.....	143
4.5. Определение социальной нормы электропотребления в жилом секторе.....	162
4.6. Энергосбережение в образовательной сфере.....	169
<i>Глава 5. ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....</i>	180
5.1. Анализ технического состояния трансформаторов по результатам хроматографического анализа.....	183
5.2. Оценка и прогнозирование состояния главной изоляционной системы силовых трансформаторов.....	204
<i>Глава 6. ЗОЛОТАЯ ПРОПОРЦИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....</i>	216
6.1. Золотое сечение.....	216
6.2. Золотые p -сечения.....	221
6.3. Числа Фибоначчи.....	223
6.4. p -числа Фибоначчи.....	228
6.5. Некоторые свойства Золотой пропорции.....	231
6.6. Аппроксимация ряда чисел Фибоначчи.....	234
6.7. Золотое сечение в моделях электропотребления.....	238
6.8. Использование пропорций золотого сечения при анализе состояния силовых трансформаторов.....	244
6.9. Математическое моделирование электропотребления угледобывающего предприятия на основе Золотой пропорции.....	249
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	252
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	254

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время можно смело говорить о сложившемся стиле научного мышления, основанном на техноценологическом подходе.

Этот стиль предполагает умение выделять в окружающей технической реальности специфические организованные технические системы (техноценозы), владеть математическим аппаратом бесгранично делимых гиперболических распределений, использовать методологию рангового анализа для решения задач оптимального построения техноценозов и понимать, что созданная человеком техническая система обладает свойствами, не вытекающими из совокупности свойств ее отдельных элементов, и человек не является центром совершающихся в этой системе событий.

Термины «техноценоз» и техноценологический подход к исследованию сложных технических систем были предложены в начале 70-х гг. прошлого столетия Б. И. Кудриным. В последующих работах Б. И. Кудрина, В. В. Фуфаева, В. И. Гнатюка, Б. В. Жилина, В. В. Прокочика, М. Г. Ошуркова и др. продолжено развитие теории техноценозов и показано, что устойчивость технических систем обусловлена действием законов энергетического и информационного отборов по аналогии с живыми системами, где действует закон естественного отбора [47; 77; 83; 125; 159; 170; 176].

Созданные человеком, быстро растущие и качественно меняющиеся технические системы поставили перед научным миром проблемы их построения и обеспечения функционирования. Решение этих проблем основано на объективных законах, отражающих закономерности развития природы. Законы развития техники и живой природы имеют много общего.

Методологически исследование техноценозов основывается на изучении распределения видов изделий выделенного ценоза (семейства) по повторяемости. Обнаруженная закономерность построения технических систем может быть объяснена на основе закона информационного отбора. Изменчивость изделий, преемственность (наследственность) изделий и технологий и в итоге отбор «лучших» изделий очевидны. Важно выявить механизм отбора, формы отбора, факторы,

ускоряющие или замедляющие изменчивость и т. п., но главное — осознать объективность построения техноценозов.

Современное энергетическое предприятие имеет в своем составе сложные технологические, электрические, теплотехнические, информационные и другие сети, и актуальными становятся проблемы их построения и обеспечения нормального функционирования.

Отмеченные ценологические свойства 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.

Специфика техноценозов проявляется в методологических основаниях их исследования. Техноценозы не поддаются описанию ни традиционными методами гауссовой математической статистики, оперирующей понятиями среднего и дисперсии как информативно насыщенными свертками больших массивов статистической информации, ни лежащими в основе редукционизма имитационными моделями. Чтобы корректно описать техноценоз, необходимо постоянно оперировать выборкой в целом, как бы велика она ни была, что предполагает построение видовых и ранговых распределений, теоретическая основа которых лежит в области негауссовой математической статистики устойчивых безгранично делимых распределений [28, 85].

Методики построения видовых и ранговых распределений и их последующее использование в целях оптимизации техноценоза составляют основной смысл рангового анализа, содержание и технология которого представляют собой, по сути, новое фундаментальное научное направление, сулящее большие практические результаты.

В основе рангового анализа лежит весьма сложный математический аппарат. Однако, как и в любой фундаментальной теории, здесь имеется определенный вполне доступный уровень решения задач, фактически граничащий с инженерной методологией. Глубокая теоретическая проработка, всестороннее философское осмысление и многократное апробирование на практике в самых различных областях человеческой деятельности позволяют считать ранговый анализ вполне надежным средством решения задач определенного класса.

В данной монографии рассматриваются вопросы ценологического исследования электропотребления промышленных предпри-

ятий, а именно сельскохозяйственного машиностроения и горнодобывающей промышленности (гл. 3). Кроме того, техноценологический подход применён к анализу изоляционной системы силовых масляных трансформаторов (гл. 4).

В гл. 1 даны основные понятия теории техноценозов и приведён математический аппарат, используемый для реализации процедур рангового анализа.

В основе теории техноценозов лежат первый и второй начала термодинамики. Если с законом сохранения энергии всё более или менее понятно, то по второму началу термодинамики, а именно максимуму энтропии, необходимы пояснения. С этой целью глава 2 посвящена энтропии и теории полезности в технических системах. Энтропия естественно развивающегося техноценоза не убывает и достигает максимума, когда суммарные энергетические ресурсы, воплощенные в технические изделия при их изготовлении, распределены равномерно по популяциям техники, т. е. производство энергетического ресурса, необходимого для изготовления одного изделия, на их количество в техноценозе есть величина постоянная для всех видов [33; 36].

Кроме того, состояние техноценоза с максимальной энтропией, наряду с равномерным распределением энергетических ресурсов по популяциям, одновременно характеризуется максимальной несимметрией их распределения по отдельным особям. Максимальная неравномерность распределения ресурсов по особям дает наибольшее разнообразие технических изделий. Это позволяет добиваться максимальной функциональной гибкости при выполнении разнообразных задач в рамках техноценоза в условиях неожиданных изменений окружающих условий. В свою очередь равномерное распределение ресурсов по популяциям технических изделий создает наиболее благоприятные условия для функционирования обеспечивающей инфраструктуры техноценоза. Мы получаем максимальный положительный эффект при минимальных затратах.

Разбор начал термодинамики позволяет нам сформулировать закон оптимального построения техноценозов [33; 36], который гласит, что оптимальным является техноценоз, в котором имеется такой набор технических изделий-особей, который, с одной стороны, по своим совокупным функциональным показателям обеспечивает выполнение поставленных задач, а с другой – характеризуется максимальной эн-

тропией, т. е. суммарные энергетические ресурсы, воплощенные в технические изделия при их изготовлении, распределены равномерно по популяциям техники.

Закон оптимального построения техноценозов позволяет перейти к взаимосвязи между количеством и качеством. Чем более сложным, дорогим, уникальным, большим является техническое изделие, тем меньшее их количество должно входить в устойчивый техноценоз, и наоборот.

Смысл оптимизации заключается не в поиске оптимального значения целевой функции в области варьирования параметров, а в определении оптимальной стратегии изменения параметров, которая минимизирует издержки процесса оптимального управления электропотреблением на пути движения техноценоза к состоянию, обеспечивающему оптимум электропотребления на нижней границе переменного доверительного интервала. Процедуры оптимального управления техноценозом рассматриваются в гл. 4.

По мнению некоторых ученых, данная теория предполагает существование некоторого идеального распределения элементов ценоза. В свою очередь, функциональное выполнение своего назначения и понятие «идеальная техническая система» уже нашли своё применение в электроэнергетике.

В электротехнике особый интерес представляет работа Мидхат Газале. В своих исследованиях он привел новый научный аппарат для моделирования электрических систем с примерами применения пропорций «Золотого сечения» в резисторных лестницах, линиях передачи, распространении волн [25]. Теория гиперболического H -распределения предполагает существование идеального распределения элементов ценоза. По аналогии с этим в гл. 5 данной монографии сделано предположение о возможности аппроксимации рангового распределения с использованием «Золотой пропорции». Установлена возможность использования модели на основе «Золотой пропорции» для исследования и анализа сложных технических систем, в том числе и техноценологического типа.