

2. Создание автомобиля с гибридной энергетической установкой, состоящей из теплового и электрического двигателей/ Ижевский государственный технический университет; Руководитель работы В.А. Умняшкин. – Ижевск: ИжГТУ, 2005. – 257 с. – Отв. исполн. Н.М. Филькин.

Работа представлена на заочную электронную конференцию с общероссийским участием «Прикладные исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники», 15-20 января, 2006 г. Поступила в редакцию 14.08.2006г.

Оценка параметров изоляции трансформаторов на основе пропорций золотого сечения

Южанников А. Ю., Чупак Т. М.

Красноярский государственный технический университет

Кафедра «Электроснабжение и электрический транспорт» Красноярского государственного технического университета исследует новый техноценологический подход к проблеме прогнозирования состояния силовых трансформаторов с учётом их загрузки и срока эксплуатации по результатам статистических данных анализа растворённых в масле газов.

В последние годы в энергетике наметилась тенденция к последовательному переходу от системы ППР к ремонтам по техническому состоянию. В настоящее время в России значительная часть силовых трансформаторов 110 кВ и выше выработала свой нормативный срок службы 25 лет. В связи с этим всё более актуальной становится задача продления сроков службы и оценка возможности дальнейшей эксплуатации такого оборудования.

Законы развития живой природы, включающей отдельные особи, и техники, состоящей из отдельных элементов, имеют много общего. 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 к исследованию сложных технических систем предложены Б.И. Кудриным, где техноценоз определяется как сообщество всех изделий, включающее все популяции, ограниченное в пространстве и времени. Кудрин Б.И. предложил использовать модель Н-распределения для математического описания видового и рангового распределения техноценозов. Данная теория предполагает существование идеального распределения элементов ценоза.

Объясним существование идеальной технической системы. В технике существует понятие «Золотое сечение» – деление отрезка на две части, при котором длина отрезка так относится к большей части, как большая часть относится к меньшей. Принято считать, что гармония и идеальное распределение ценоза как системы, выполняющей свое функциональное назначение, подчиняются «Золотому сечению», а понятие «Золотое сечение» неразрывно связано с чис-

лами Фибоначчи. В 1202 г. была написана книга под названием «Liber abacci». Автором этой книги был итальянский купец и математик Леонардо (1180-1240 г.г.) из Пизы, известен по прозвищу – Фибоначчи. Часть этого трактата составляла задача про кроликов. Решая эту задачу, Фибоначчи получил последовательность чисел, где последующее число равно сумме двух предыдущих чисел: 0; 1; 1; 2; 3; 5; 8; 13; 21; 34 и т.д. Отношение последующего члена ряда к предыдущему с ростом последовательности стремится к коэффициенту золотого сечения $\Phi = 1,618$. Если взять числовой ряд 1,0; 0,62; 0,38; 0,24; 0,15; 0,09 и т.д. (что сильно напоминает шкалу мощностей трансформаторов), состоящий из чисел с коэффициентом 1,618 («Золотое сечение»), то этим числовым рядом можно описывать при ранжировании в ценозе соотношение количества видов и численности каждого вида.

Изменение электрической нагрузки трансформаторов влияет на температуру обмоток и масла (температура масла – интегральный показатель, как нагрузки, так и интенсивности охлаждения), но в настоящее время при описании состояния силового масляного трансформатора его нагрузка не учитывается. Масло как диагностическая среда позволяет выявить до 70% возможных дефектов трансформатора. Улучшение диагностических возможностей должно развиваться как за счет расширения контролируемых показателей, так и совершенствования методологии их интерпретации. В последнее время одним из наиболее информативных и актуальных является хроматографический анализ растворенных в масле газов (ХАРГ) как один из основных методов оценки состояния силового маслонаполненного оборудования (СМТ).

Для совершенствования методик анализа результатов диагностики с целью повышения достоверности выводов по оценке состояния трансформаторного оборудования необходим статистический анализ параметров газов. При выполнении статистического анализа введены ограничения, снижающие размерность задачи и упрощающие исследование. К числу таких ограничений относятся срок эксплуатации СМТ и нагрузка. Считается, что эти параметры не оказывают существенного влияния на однородность выборок.

В электрической системе в качестве вида выделены 19 трёхобмоточных трансформаторов одной энергосистемы напряжением 110 кВ с РПН, разных типов, различной номинальной мощности. В качестве видообразующего параметра исследуются срок эксплуатации трансформатора, его нагрузка, температура масла и результаты ХАРГ (содержание H_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , CO_2 , CO) за 5 лет дважды в год.

На начальном этапе рассмотрено моделирование содержания растворенных газов с применением линейного множественного регрессионного анализа для определения фактического содержания газов на основании технологических характеристик X_1, X_2, \dots, X_m по эмпирической линейной зависимости в алгебраической и матричной формах.

Результаты расчётов позволяют сделать следующие выводы:

- примерно 50 % моделей удовлетворительно описывают содержание соответствующего газа;

- переменная X_1 – срок эксплуатации трансформаторов, является единственной значимой величиной для всех рассмотренных моделей;
- остальные параметры статистически незначимы, что говорит о невозможности применения линейного множественного регрессионного анализа к описанию содержания газов всех трансформаторов через их технологические характеристики по одной зависимости.

Несмотря на то, что число экспериментов существенно превышает количество коэффициентов модели ($180 \gg 8$) регрессию нельзя назвать достоверной.

На следующем этапе сравнивалась аппроксимация данных, полученных в результате замеров (динамики) и проранжированная в порядке убывания аппроксимация. Например, коэффициенты детерминации регрессионных моделей динамики загрузки и рангового распределения (0,2089 и 0,9952 соответственно для полинома четвёртой степени) показывают, что более точным является моделирование с использованием ранжирования.

Эта особенность является проявлением свойств систем ценологического типа, для которых методом исследования является ранговый анализ, имеющий целью статистическое описание, и в качестве основного критерия, форму видовых и ранговых распределений, получивших в последнее время широкое применение. Для определения принадлежности исследуемой совокупности данных по результатам анализов к статистике техноценологического типа, на первом этапе сформированы матрицы табулированного рангового параметрического распределения. Чтобы определить принадлежность критериям H -распределения данные проверялись на подчинение нормальному закону распределения и вычислялись коэффициенты, характеризующие степень взаимосвязанности техноценоза.

В результате расчётов выяснено, что данные не принадлежат нормальному закону распределения и все коэффициенты статистически значимы, а это говорит о том, что исследуемый объект является ярко выраженным техноценозом. Данный вывод позволяет при обработке статистических данных по ХАРГ использовать методологию рангового анализа. Для аппроксимации эмпирических ранговых распределений в качестве стандартной задаём двухпараметрическую гиперболическую форму, которая наилучшим образом описывает совокупность точек. Аппроксимация осуществлялась методами наименьших модулей и методом наименьших квадратов. В результате получили двухпараметрическую зависимость для каждого из распределений.

Полученные результаты позволяют сделать предположение о возможности использования методологии рангового параметрического распределения для анализа состояния силовых трансформаторов по результатам хроматографического анализа растворённых в масле газов, прогнозирования состояния на следующий временной интервал, интервального оценивания с целью выявления проблемных объектов и ряда других вопросов с учётом загрузки трансформатора и его срока эксплуатации.

Моделирование электрических ценозов и числа Фибоначчи

Южанников А.Ю.

Красноярский государственный технический университет

Современное промышленное предприятие имеет в своем составе сложные технологические, теплотехнические, электрические, телефонные и другие сети. Это комплексное хозяйство является системой нового типа, где свойства системы не вытекают из совокупности свойств ее отдельных элементов. Подобные системы такой сложности рассматриваются в других направлениях науки как ценозы (биоценозы, техноценозы, бизнесценозы, ценозы в социальной сфере и т.д.).

Например, электрическое хозяйство крупного предприятия можно охарактеризовать следующими цифрами: максимум нагрузки достигает сотен МВт; количество установленных двигателей - десятки тыс. шт., сотни силовых трансформаторов, тысячи низковольтных аппаратов, десятки тысяч километров проводов и кабелей.

По мере роста и усложнения промышленных предприятий актуальными становятся проблемы их построения и обеспечения функционирования. Решение этих проблем основывается на объективных законах, отражающих закономерности развития природы. Законы развития техники, включающей отдельные элементы, и живой природы, состоящей из отдельных особей, имеют много общего. Поэтому представляется возможным описывать сложные технические системы на основе ценологических понятий [1].

В системе понятий «ОБЪЕКТ - СОСТОЯНИЯ-СВЯЗИ - ЗАКОН - ТЕОРИЯ» представления об объекте, его состояниях и законах выступают основой для представлений о физическом мире, а также служат базой для выработки физических теорий и соответствующей картины мира.

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 к исследованию сложных технических систем предложены в 1974 г. 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 непоставимостью времени жизни ценоза и особи, невозможностью выделения однозначной системы показателей. Устойчивость системы обусловлена действием законов энергетического и информационного отборов по аналогии с живыми системами, где действует закон естественного отбора.

Кудрин Б.И. предложил использовать модель H -распределения для математического описания видового и рангового распределения