

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНОЧНОГО СПРОСА НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

Автор:

*кандидат технических наук Савинцев Юрий Михайлович,
генеральный директор ООО «ЭТК «Русский трансформатор»*

ВВЕДЕНИЕ

Разрушенная в конце XX века плановая экономика СССР превратилась сегодня (по крайней мере, в рамках России) в эклектическое смешение планового и рыночного способов ведения хозяйственной деятельности. Но гармоничным это смешение станет тогда, когда будет определена роль и допустимый порог влияния случайных и детерминированных факторов в различных областях хозяйственной деятельности.

Так общеизвестно, что спрос на тот иной вид товара или услуг порождает предложение. Однако в условиях рыночной экономики многие производители могут одновременно начать предлагать (и чаще всего так и происходит) только высокомаржинальный товар или услугу. А это никак не способствует ни росту экономики, ни полному удовлетворению потребностей общества, но и наоборот может повлечь развитие кризисных явлений в экономике и социальных конфликтов в обществе.

Рынок электрооборудования для сетей электроснабжения сегодня – это динамично развивающийся сектор экономики, так как электропотребление в обществе, как и потребление хлеба, - будет только расти. Электричество вообще можно назвать «хлебом» экономики.

Можно ли такую важную сферу производства (производство электрооборудования для сетей электроснабжения) полностью отдать стихийности и непредсказуемости рыночного способа ведения хозяйства? Ответ очевиден – нельзя.

Тогда возникает следующий вопрос: как можно ПОДПРАВИТЬ стихийное развитие производства электрооборудование с тем, чтобы ДАТЬ ОРИЕНТИРЫ ПО СТРУКТУРЕ И ОБЪЕМУ ТОВАРОВ для всей совокупности соответствующих производств?

Такая возможность появилась с открытием в 1974 году выдающимся российским ученым Борисом Ивановичем Кудриным ценологической парадигмы и формированием новой научной дисциплины - технетики. Дальнейшее развитие технетики связано с именами российских ученых: В.И. Гнатюка, В.К. Лозенко, В.В. Фуфаева [1,2,3,4,5].

Есть и другая настоятельная необходимость применения ценологической парадигмы в электрике – это энергетическая безопасность страны. В условиях изменений в глобальной энергетике обеспечение энергетической безопасности России требует новых постановок и решений вопросов эффективности ТЭК (включая производство электроэнергии, ее транспортировку, трансформацию и распределение), а также вопросов эффективности использования электроэнергии потребителем.

Поскольку в комплексе электроэнергетики конечным и главным является потребитель, то и в разрабатываемом комплексе мер необходимо учитывать классификацию потребителей по уровню системы электроснабжения, зафиксировать различие требований к квартире, мелкому бизнесу и абоненту, потребляющему в год миллиарды киловатт-часов. Следует также учитывать, что субъекты электроэнергетики, изготовители электротехнической продукции и субъекты электрики (электрические хозяйства предприятий) несут солидарную ответственность за то, что экономика России является одной из наиболее энергоемких в мире по любому агрегированному показателю.

В 2005 г. по показателю объема производства потребление энергии в России составляло 0,42 кг нефтяного эквивалента (кг.нэ) на 1 долл. ВВП; по этому показателю Россия занимала 12 место в списке из 121 стран мира. Сравнение России с другими странами по потреблению энергии на 1 долл. ВВП приведено таблице 1 [6].

Таблица 1.

Страна	Совокупный объем энергопотребления (млн. тнэ)	кг.нэ / ВВП	По показателю кг.нэ/ ВВП (по ППС)*
Соединенные Штаты	2340,29	0,19	58
Китайская Народная Республика	1717,15	0,20	55
Россия	646,68	0,42	12
Индия	537,31	0,14	87
Япония	530,46	0,14	92
Германия	344,75	0,14	90
Франция	275,97	0,14	88
Канада	271,95	0,25	33
Великобритания	233,93	0,12	101
Корея	213,77	0,20	53

Уже в 50-60 годы XX века в СССР стал очевидным факт быстрого насыщения любых объектов различными электротехническими изделиями и необходимость удовлетворения быстрого роста электропотребления. Стало очевидным также, что появились новые объекты, по свойствам отличающиеся от единичного электротехнического изделия и от объектов электроэнергетики. Практика неотвратно заставила иметь дело с сообществами изделий, которые однозначно являлись структурами элементов технической реальности, - ТЕХНОЦЕНОЗАМИ [7,8]. И хотя теория техноценозов, как отмечалось выше, была создана и оформлена в 70-е годы (т.е. первоначальный этап освоения теории составил целых 30 лет), лишь достаточно широкое ее применение с начала XXI в. позволило говорить о её признании и перспективности.

Главным же пока остаётся необходимость овладения ценологическими представлениями как для обеспечения на практике энергетической безопасности страны, так и для решения актуальных задач эффективности использования электрической энергии и организации энергетического менеджмента.

Ценологические модели используют свойство структурной устойчивости техноценоза и прогнозируемости количественных соотношений между численностью и объёмами элементов системы. При этом оперирование с распределением в целом позволяет решать практические задачи определения параметров электропотребления, нормирования и энергосбережения, изменения организации ремонта электрооборудования и повышения эффективности электрического хозяйства как в целом, так и по отдельным составляющим. В частности, легко решается вопрос о количестве и номенклатуре силовых распределительных трансформаторов, обеспечивающих развитие сети электроснабжения в энергоэффективном, энергосберегающем ключе.

В предлагаемом материале обобщены результаты исследований автора в течение 2008 – 2014 гг. сложных электротехнических систем – электрики на базе ценологической парадигмы.

В этих исследованиях автором впервые использован ценологический подход к оценке спроса на рынке силовых трансформаторов, как альтернатива подходам, опубликованным в отраслевых журналах в течение 2008 – 2010 г.г.

Впервые на базе этого подхода даны оценки объема российского рынка силовых трансформаторов I – III габарита. Также впервые автором обосновывается положение о необходимости регулирования этого рынка с учетом ценологических свойств совокупности оборудования, входящего в национальную электрическую сеть ЕНЭС России.

В рамках формирования методологических подходов к развитию энергоэффективных распределительных электросетей в России выделены техноценозы: «Комплекс силовых трансформаторов для электроснабжения промышленности», «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения нефтедобычи», «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения ЖКХ», «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения сельского хозяйства», «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения транспорта и связи», бизнесценоз «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРАНЫ (РЕГИОНА)». На базе разработанных автором математических моделей получены количественные значения объемов и номенклатуры парка силовых трансформаторов, требуемых для обеспечения развития энергоэффективных распределительных электросетей в ближайшие годы.

КРАТКИЙ ОБЗОР РАБОТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В 2008 году автором была опубликована работа [Савинцев Ю.М. Динамика спроса на трансформаторы // Пресс-Электро. 2008. №7 (34). С. 3], в которой ценологический подход был использован для определения долей по численности силовых трансформаторов разных мощностей. Эти доли были положены в основу прогноза рыночного спроса на силовые трансформаторы.

В 2010 году автор настоящей работы дал описание бизнесценоза «Комплекс по обеспечению энергоснабжения объекта» [Савинцев Ю.М. Эффективное электроснабжение или как сегодня купить хороший силовой трансформатор // Энерго-инфо. 2010. №3 (38). С. 60-63], которое использовалось для анализа факторов, определяющих выбор поставщика качественного электрооборудования.

Дальнейшим развитием указанного бизнесценоза является бизнесценоз «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРАНЫ (РЕГИОНА)», который полностью соответствует определению проф. В.К. Лозенко и выглядит следующим образом: бизнесценоз «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРАНЫ (РЕГИОНА)» - это совокупность ограниченных в пространстве (регион, страна) и времени слабовзаимодействующих между собой (опосредованно взаимодействующих через рынок) бизнес-структур, каждая из которых состоит из людей, корпоративной культуры, организационной структуры, документационной системы, инфраструктуры и производственной среды, ИМЕЮЩЕЙ ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.

В 2011 году интересные результаты по определению долей по численности силовых трансформаторов разных мощностей были получены в статье Лесниченко А. Ю. Кудрина Б.И. на основе анализа трансформаторного хозяйства в распределительном сетевом комплексе Центральной России [Лесниченко А. Ю., Кудрин Б.И. Анализ трансформаторного хозяйства центральной части России // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.kudrinbi.ru>. 16.02.2011]. По сути, в указанной работе описан техноценоз «Трансформаторное хозяйство сетевого распределительного комплекса».

В 2011 году в работе Лозенко В.К. и Брусницына А.Н. [Лозенко В.К., Брусницын А. Н. Бизнесценоз «Региональные и локальные изолированные энергосистемы России» // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.kudrinbi.ru>. 17.01.2011] впервые описаны и проанализированы ценологическими методами бизнесценозы крупных изолированных энергосистем, входящих в ЕНЭС России. В качестве классификационного признака принята установленная мощность единичной изолированной энергосистемы (автономного энергоузла). Используя по существу процедуры кластерного анализа, авторы сформировали неравномерную шкалу, позволяющую сформировать виды, имеющие существенные отличия, что позволило использовать методы рангового анализа. На основе сравнительного анализа реальных и идеальных ранговых распределений, впервые получен важнейший фундаментальный вывод о том, что в СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ (15 – 25 лет)

СТРУКТУРА РАССМАТРИВАЕМОГО РАНГОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ В ТЕХНОЦЕНОЗЕ «Региональные и локальные изолированные энергосистемы России» В ЦЕЛОМ СОХРАНИТСЯ.

ПЕРВАЯ ПОПЫТКА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОРОМ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНОЧНОГО СПРОСА НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Типовая схема электроснабжения потребителей представлена на рисунке 1 [9].

На основе представленной типовой схемы электроснабжения в масштабе всей страны были выделены перечисленные выше техноценозы: «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения промышленности» (I), «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения нефтедобычи» (II), «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения ЖКХ» (III), «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения сельского хозяйства» (IV), «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения транспорта и связи» (V).

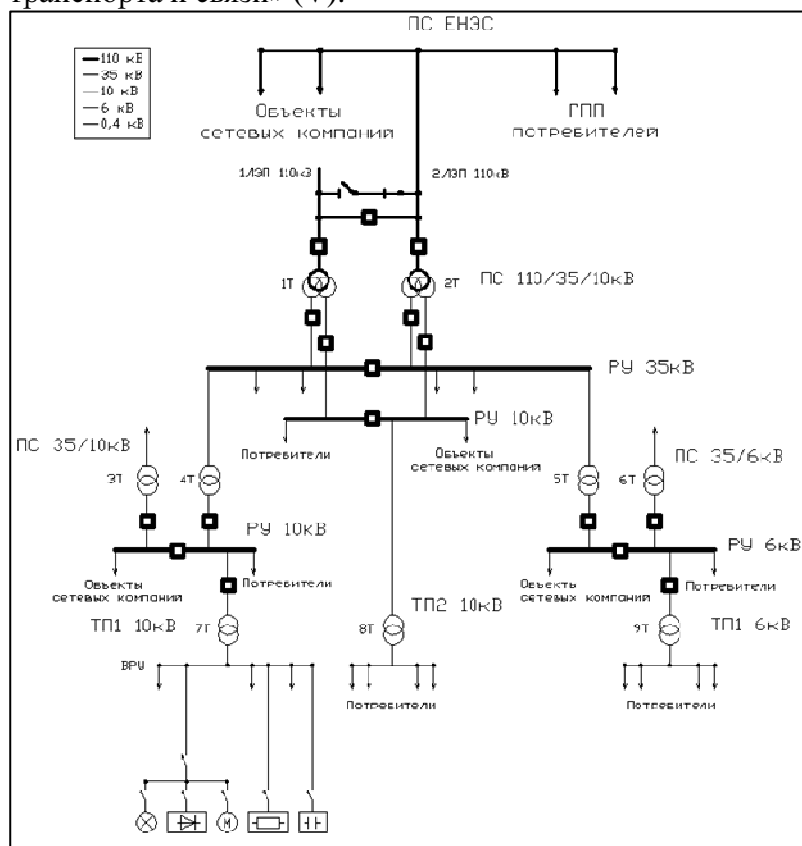


Рисунок 1.

Видовым признаком является в данном случае мощность силового трансформатора (25 кВА, 40 кВА, 63 кВА, 100 кВА, 160 кВА, 250 кВА, 400 кВА, 630 кВА, 1000 кВА, 1600 кВА, 2500 кВА, 4000 кВА, 6300 кВА – ряд мощностей I – III габарита).

Автором собраны и обработаны данные по трансформаторному хозяйству всех регионов России, не только по I – III, а также IV – VIII габариту.

Ключевым моментом была проверка собранных данных на соответствии критерию Н-распределения (негауссовость). Для этого генеральная совокупность данных о численности видов была проверена на несоответствие нормальному распределению при помощи критерия Пирсона. Это позволило определить ранговые видовые распределения техноценозов «Комплекс силовых трансформаторов», имеющих разные суммарные установленные трансформаторные мощности.

Ранговидовое Н-распределение определяется формулой:

$$N_i = A / r_i^\beta, \text{ где} \quad (1)$$

N_i - количество особей вида ранга i ;

r_i - ранг;

A - константа рангового распределения, зависящая от суммарной установленной трансформаторной мощности техноценоза (численность вида первого ранга).

В результате обобщения большого объема статистического материала характеристический показатель для любого техноценоза «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» был найден равным $\beta = 1,44$.

Как предполагает автор - это число отражает структуру указанного техноценоза, и имеет фундаментальное значение для распределительных сетей как отдельного самостоятельного экономического региона, так и страны в целом. Это подтверждается и результатами цитируемой выше работы Лозенко В.К. и Брусницына А.Н.

В соответствии с выводами фундаментальной работы В.И. Гнатюка [Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов /В.И. Гнатюк.- Выпуск 29. Ценологические исследования.- М.: Изд-во ТГУ.- Центр системных исследований, 2005.- 384 с], наилучшим является «коридор» состояний техноценоза, описываемый ранговидовыми распределениями с $0,5 \leq \beta \leq 1,5$. Полученное значение $\beta = 1,44$ удовлетворяет данному условию.

Устойчивый характер структуры указанных техноценозов был практически подтвержден анализом трансформаторных хозяйств Холдинга МРСК.

На основе анализа схем электроснабжения (рис. 1) всех перечисленных выше техноценозов I – V были определены перечни мощностей элементов-особей (терминология профессора Б.И. Кудрина):

- I. 100 кВА – 6300 кВА.
- II. 63 кВА – 1000 кВА.
- III. 25 кВА – 6300 кВА.
- IV. 40 кВА – 1000 кВА.
- V. 100 кВА – 6300 кВА.

Структура техноценоза, а именно: количество трансформаторов каждой мощности, - определяется формулой (1а)

$$W_i = \frac{W_1}{r_i^\beta}, \quad (1a)$$

Где W_1 - константа ранговидового распределения - количество трансформаторов первого ранга (группы наибольшей численности);

β - характеристический показатель ранговидового распределения;

r_i - ранг (порядковый номер) группы трансформаторов (популяции);

W_i - количество трансформаторов ранга (порядкового номера) i .

Для всех трансформаторных хозяйств характеристический показатель оказался равным $\beta = 1,44$.

Значение константы распределения W_1 изящно определяется, исходя из суммарного ресурса – суммарной мощности, которую должен трансформировать техноценоз.

Значения константы распределения получились следующими:

- I. 10159.
- II. 3557.
- III. 4575.
- IV. 2570.
- V. 1856.

Рассчитанные в соответствии с формулой (1) численности трансформаторов позволили получить следующие значения, являющиеся годовой потребностью всего электросетевого хозяйства РФ:

- I. 38437 штук.
- II. 6918 штук.
- III. 10226 штук.
- IV. 5127 штук.
- V. 3702 штуки.

Общий объем годовой потребности для вновь вводимых объектов электроснабжения составляет 55210 штук.

Так как количество трансформаторов определено ценологическими методами, т.е. в основе модели лежит ОПТИМАЛЬНОСТЬ структуры распределительной сети, то в комплексе с энергоэффективными характеристиками самих силовых трансформаторов мы получаем ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБЪЕКТА.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНОЧНОГО СПРОСА НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ. ОЦЕНКА РОССИЙСКОГО РЫНКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ I – III ГАБАРИТА НА 2015 – 2017Г.Г.

Основным исходным данным при прогнозировании спроса на рынке силовых распределительных трансформаторов является рост электропотребления.

Одна из не ценологических моделей прогнозирования спроса, опубликованных ранее [Савинцев Ю.М. Рынок силовых трансформаторов I – II габарита: состояние после кризиса // Energy Land.info. Дайджест. 2010. № 2 (5). С. 35-37], также основана на данных о росте энергопотребления. Прогноз спроса на силовые трансформаторы I – II габарита, рассчитанный по указанной модели составил 52100 штук.

Полученное автором базовое конкретное ранговидовое распределение (1), позволяет прогнозировать спрос на рынке силовых трансформаторов I-III габарита на основе ценологических свойств совокупности силовых трансформаторов, обеспечивающих электроснабжение региона (страны).

Для этого автором предложены следующие допущения относительно схемы распределения и снабжения электроэнергией от источников генерации до конечных потребителей.

- Выделены два кластера: 1-й кластер - трансформаторы I-II габарита (63 кВА, 100 кВА, 160 кВА, 250 кВА, 400 кВА, 630 кВА) ; 2-й кластер трансформаторы III габарита (1000 кВА, 1600 кВА, 2500 кВА, 4000 кВА, 6300 кВА). Это выделение основано на упрощенной шестиуровневой системе электроснабжения конечных потребителей.
- Предполагается, что к конечному потребителю электроэнергия поступает, трансформируясь сначала во втором кластере (III габарит), а затем - в первом кластере (I-II габарит).

Определение численности видов рангов 1 – 6 и рангов 7-11 (т.е. прогноз спроса на силовые трансформаторы I-III габарита) осуществляется в следующем порядке.

1. В соответствии с прогнозом роста годового электропотребления в 26,5 млрд кВт*час соответствующий прирост трансформаторной мощности составит 6050 МВА.
2. На основе суммарной трансформаторной мощности 2-го кластера в базовом ранговидовом распределении (995,9 МВА) и на основе значения прироста трансформаторной мощности (6050МВА) определяется константа рангового распределения для техноценоза «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ», состоящего только из видов второго кластера и обеспечивающего распределение мощности 6050 МВ
 - $A_{III} = 1685 * (6050 / 995.9) = 10236$.
3. На основе суммарной трансформаторной мощности 1-го кластера в базовом ранговидовом распределении (427,7 МВА) и на основе значения прироста трансформаторной мощности (6050МВА) определяется константа рангового распределения для техноценоза «КОМПЛЕКС СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ», состоящего только из видов первого кластера и обеспечивающего распределение мощности 6050 МВ (кривая 2 на рис.1)
 - $A_{I-II} = 1685 * (6050 / 427.7) = 23835$

Повторяя описанную процедуру для трансформаторов на замену общей мощностью 1000 МВА, получаем численность видов 1-го и 2-го кластера для замены трансформаторов, выработавших срок службы.

Суммарное количество трансформаторов видов 1-го и 2-го кластера, как для новых объектов, так и для замены трансформаторов на существующих объектах, приведено в таблице 2.

Таблица 2.

ранг	Прогноз (новые), шт.	Прогноз (замены), шт.
1	23835	3940
2	8785	1452
3	4900	810
4	3238	535
5	2348	388
6	1806	299
7	621	102
8	512	84
9	433	71
10	372	61
11	324	53
ВСЕГО	47173	7796
I-II габарит	44911	7424
III габарит	2262	372

Таблица 2а.

Мощность, кВА	ранг	Прогноз (новые), шт.	Прогноз (замены), шт.	Рыночная стоимость одного масляного трансформатора, руб. с НДС	Рыночная стоимость всей совокупности трансформаторов, руб. с НДС
63	1	23835	3940	85 000,00р.	2 360 875 000,00р.
100	2	8785	1452	100 000,00р.	1 023 700 000,00р.
160	3	4900	810	135 000,00р.	770 850 000,00р.
250	4	3238	535	170 000,00р.	641 410 000,00р.
400	5	2348	388	215 000,00р.	588 240 000,00р.
630	6	1806	299	305 000,00р.	642 025 000,00р.
1000	7	621	102	430 000,00р.	310 890 000,00р.
1600	8	512	84	800 000,00р.	476 800 000,00р.
2500	9	433	71	1 300 000,00р.	655 200 000,00р.
4000	10	372	61	2 200 000,00р.	952 600 000,00р.
6300	11	324	53	3 000 000,00р.	1 131 000 000,00р.
	ВСЕГО	47173	7796		
	I-II габарит	44911	7424		
	III габарит	2262	372		
Объем рынка силовых трансформаторов I - III габарита, руб.					9 553 590 000,00р.

Общий спрос в 2015 – 2017 годах ежегодно может составить ~ 55 000 штук (в т.ч. 52707 штук I – II габарита). Если сравнить с прогнозом, полученным по не ценологической модели (52100 штук для I – II габарита), то можно говорить о практическом совпадении данных моделирования. При этом данная модель позволяет, как видно из таблицы 2, СПРОГНОЗИРОВАТЬ ЕЖЕГОДНУЮ ПОТРЕБНОСТЬ В ТРАНСФОРМАТОРАХ КАЖДОЙ КОНКРЕТНОЙ МОЩНОСТИ. Совпадение данных, полученных по совершенно разным моделям, позволяет утверждать о достоверности, как описанной выше модели, так и достоверности моделей, разработанных автором ранее.

На основе данных таблицы 2 была получена оценка ежегодного объема рынка силовых трансформаторов I – III габарита в финансовом выражении. Данные приведены в таблице 2а. Однако приведенные значения характеризуют только масляные трансформаторы типа ТМ с алюминиевыми обмотками. Учитывая, что стоимость других типов трансформаторов может вдвое превышать стоимость трансформатора типа ТМ, следует принять за оценку ежегодного объема рынка силовых трансформаторов I – III габарита сумму в ~ 20 млрд. рублей

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОМПЛЕКСА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В НЕФТЕДОБЫЧЕ

То, что комплекс силового трансформаторного оборудования для электроснабжения установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) является ТЕХНОЦЕНОЗОМ — не вызывает сомнения, хотя строгое доказательство этого выходит за рамки настоящей статьи.

Автором впервые использован ценологический подход к определению направлений улучшения энергоэффективности комплекса электроснабжения нефтедобывающего холдинга. Для применения новой методологии выделен техноценоз «Комплекс силовых трансформаторов в нефтедобыче». Результаты проецирования новой парадигмы на новую предметную область — электроснабжение нефтедобычи, - изложены ниже.

Актуальность энергосбережения и энергоэффективности в нефтедобыче определяется высокой энергоемкостью (80...100 и более кВт*ч на тонну добытой нефти). Традиционные меры по энергосбережению известны – это нормирование энергопотребления и регулярный профилактический контроль состояния оборудования. Главные направления повышения эффективности – радикальное совершенствование технологий, оборудования и повышение их энергоэффективности в первую очередь в системах добычи и поддержки пластового давления, на долю которых приходится до 90% всей потребляемой энергии. В добыче это предусматривает, в частности, переход на скважинные УЭЦН с частотно-регулируемым приводом и меры по обеспечению их работы в номинальных режимах, а также меры по обеспечению требуемого качества электроэнергии в промышленных системах электроснабжения (устранение высокочастотных составляющих).

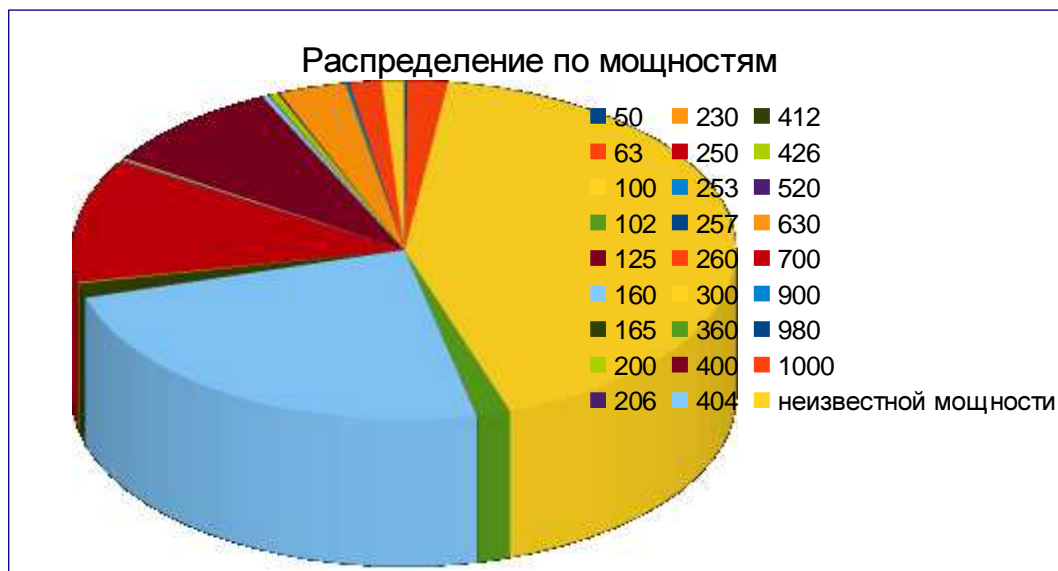
Ниже представлены общие результаты анализа и оценки энергоэффективности комплекса электроснабжения нефтедобывающего холдинга, включающего более 15000 силовых трансформаторов для УЭЦН.

1. Распределение трансформаторов по мощностям представлено в таблице и на диаграмме 1. Следует отметить, что ~ 5% оборудования имеет мощности, не соответствующие ГОСТ 9680—77 «Трансформаторы силовые мощностью 0,01 кВА и более. Ряд номинальных мощностей», а именно: более 700 единиц имеет мощности 50, 102, 165, 206, 230, 253, 257, 260, 300, 360, 404, 412, 426, 520, 700, 900, 980 кВА. При этом номинальное напряжение ВН колеблется в очень широком диапазоне от 0.844 кВ до 5.514 кВ (более 30 номиналов).

Таблица 3. Распределение по мощностям

№ п/п	мощность, кВА	количество, шт.	доля, %
1	50	20	0,1%
2	63	305	2,0%
3	100	6612	42,7%
4	102	253	1,6%
5	125	3	0,0%
6	160	3705	23,9%
7	165	220	1,4%
8	200	4	0,0%
9	206	5	0,0%
10	230	9	0,1%
11	250	1825	11,8%
12	253	15	0,1%
13	257	2	0,0%
14	260	5	0,0%
15	300	19	0,1%
16	360	3	0,0%
17	400	1378	8,9%
18	404	48	0,3%
19	412	8	0,1%
20	426	66	0,4%
21	520	18	0,1%
22	630	505	3,3%
23	700	2	0,0%
24	900	19	0,1%
25	980	12	0,1%
26	1000	242	1,6%
	ВСЕГО	15303	98,9%

Диаграмма 1.



Вывод ценологического анализа. Данные таблицы 3 позволяют определить параметры Н-распределения, характеризующего ИНВАРИАНТНУЮ СТРУКТУРУ техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов в нефтедобыче». В свою очередь, константы этого распределения ПОЗВОЛЯТ СДЕЛАТЬ ВЫВОД ОБ ОПТИМАЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ И, СООТВЕТСТВЕННО, ОБ УРОВНЕ ЕЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.

Аппроксимация ранговидового распределения техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов в нефтедобыче» определила показатель степени гиперболического распределения, равным 2,83.

В соответствии с фундаментальными работами Б.И. Кудрина и В.И. Гнатюка значение этого показателя для оптимального техноценоза лежит в диапазоне от 0,5 до 1,5. Таким образом, сделан первый существенный вывод: СТРУКТУРА техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов для электроснабжения в нефтедобыче» НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОПТИМАЛЬНОЙ. Однако, если исключить из структуры техноценоза трансформаторы нестандартной мощности, то при анализе мы получаем константу рангового распределения, равную 1,75. Т. е. структура техноценоза приближается к оптимальной.

Основываясь на методах структурной и параметрической оптимизации техноценозов разработанных В.И. Гнатюком, автор в настоящее время определяет оптимальные номенклатурные и технические параметры электроснабжающего комплекса УЭЦН.

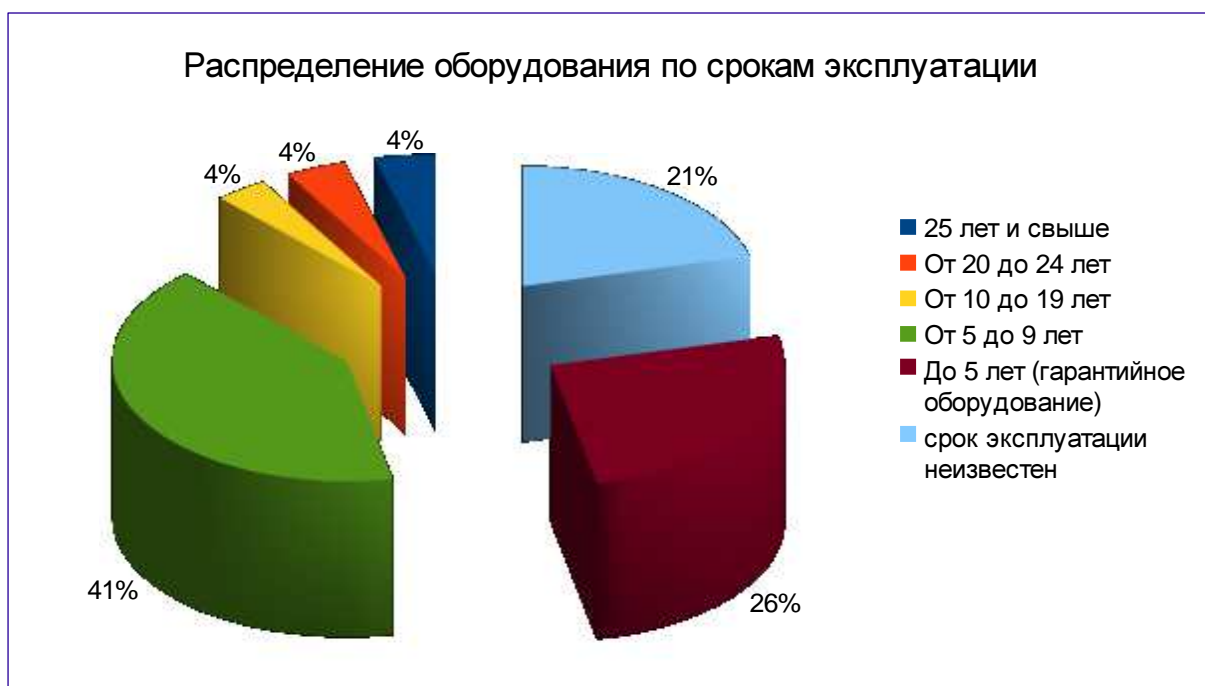
Нижеследующие результаты анализа относятся к другим важным параметрам особой техноценоза — силовых трансформаторов, а именно: срок эксплуатации, количество ступеней регулирования, показатели потерь.

2. Распределение оборудования по срокам эксплуатации представлено в таблице 4 и на диаграмме 2. Доля гарантийного оборудования составляет чуть более 25%. Более 4% от всего трансформаторного парка эксплуатируется 25 и более лет.

Таблица 4. Распределение оборудования по срокам эксплуатации.

№ п/п	срок эксплуатации, лет	количество, шт.
1	25 лет и свыше	651
2	От 20 до 24 лет	642
3	От 10 до 19 лет	566
4	От 5 до 9 лет	6367
5	До 5 лет (гарантийное оборудование)	4001
	ВСЕГО	12227

Диаграмма 2.



Вывод ценологического анализа. Возрастная структура парка трансформаторов практически идеальна и будет сохраняться в течение 10-15 лет при условии ввода новых трансформаторов взамен выводимых из эксплуатации.

3. В следующей таблице 5 и на диаграмме 3 представлена доля трансформаторов с различным количеством ступеней регулирования.

Таблица 5.

№ п/п	количество ступеней регулирования	количество трансформаторов, ШТ.
1	5	2831
2	9	4
3	10	304
4	15	580
5	21	427
6	24	4
7	25	10129
8	36	174
9	50	23
	ВСЕГО	14476

Диаграмма 3.



Вывод ценологического анализа. 65% трансформаторов выполнено с количеством ступеней регулирования, равным 25. Выражаясь языком технетики, налицо чрезмерная унификация, т.е. недостаточное разнообразие видов, что делает техноценоз НЕОПТИМАЛЬНЫМ ПО СТРУКТУРЕ И, СООТВЕТСТВЕННО, ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ. Требуется

параметрическая оптимизация техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов в нефтедобыче».

4. Сравнительные значения характеристик потерь в трансформаторах разных заводо-производителей представлены в таблицах 6 и 7. Последней строкой в данных таблицах указаны нормы потерь силовых распределительных трансформаторов по европейским документам гармонизации HD428.1 и HD538.1

Таблица 6. Мощность потерь нагрузки (короткого замыкания), Вт

№ п/п	завод	100 кВА	160 кВА	250 кВА	400 кВА
1	ЗАО ГК «ЭЛЕКТРОЩИТ-ТМ-САМАРА», г. Самара	2400	2900	4100	6100
2	МЭТЗ им. В.И. Козлова, Минск	1970	2650	3700	5800
3	ОАО «ЭТК «БирЗСТ», г. Биробиджан	1950	2650	3900	5900
4	«Укрэлектроаппарат», г. Хмельницкий	1970	2650	3700	5500
5	ОАО «Алттранс», г. Барнаул	2000	2800	3900	5900
6	ОАО «Электроцит», г. Чехов, МО	1780	2410	3590	5500
7	ТРЕБОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТИ	1475	2000	2750	3850

Таблица 7. Мощность потерь холостого хода, Вт.

№ п/п	завод	100 кВА	160 кВА	250 кВА	400 кВА
1	ЗАО ГК «ЭЛЕКТРОЩИТ-ТМ-САМАРА», г. Самара	310	480	700	900
2	МЭТЗ им. В.И. Козлова, Минск	290	440	650	900
3	ОАО «ЭТК «БирЗСТ», г. Биробиджан	290	420	580	900
4	«Укрэлектроаппарат», г. Хмельницкий	300	420	500	740
5	ОАО «Алттранс», г. Барнаул	270	420	530	800
6	ОАО «Электроцит», г. Чехов, МО	280	391	563	820
7	ТРЕБОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТИ	210	300	425	610

По итогам даже краткого изложения анализа техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов в нефтедобыче» очевидно, что существующая на сегодняшний день структура техноценоза как по номенклатуре, так и по параметрическим характеристикам НЕ ПОЗВОЛЯЕТ ПОВЫШАТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕФТЕДОБЫЧИ.

Необходима разработка новых технических требований к трансформаторному оборудованию для нефтедобычи, которые максимально полно будут отражать структуру и параметры оптимального техноценоза «Комплекс силовых трансформаторов электроснабжения нефтедобычи».

Таким образом, даже первые результаты применения ценологической парадигмы свидетельствуют об огромных возможностях данной методологии по кардинальной оптимизации энергоэффективности комплекса силовых трансформаторов для электроснабжения в нефтедобыче.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНОЧНОГО СПРОСА НА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ НА БАЗЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

Для прогнозирования рыночного спроса на любой вид электрооборудования для сетей электроснабжения достаточно опираться на очевидные технические факты:

1. Основными элементами сети электроснабжения являются КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ (КТП), в составе которых находится оборудование высокой стороны (высокого напряжения, ВН) и оборудование низкой стороны (низкого напряжения, НН).
2. Количество элементов оборудования ВН и НН находится во взаимно однозначном соответствии.
3. Определяя количество силовых трансформаторов на основе роста электропотребления, можно однозначно определить количество любого входящего в состав КТП оборудования.
4. Имея прогноз по количеству силовых трансформаторов и количеству сопутствующего электрооборудования, МОЖНО ПРОГНОЗИРОВАТЬ ОБЪЕМ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОБЪЕМ ПОТРЕБНЫХ ТРУДОВЫХ И ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ.

Таким образом, можно сформулировать следующие шаги/ позиции методологии прогнозирования рыночного спроса на электрооборудование на базе ценологической парадигмы.

1. Определение роста электропотребления на соответствующем временном интервале прогнозирования.
2. Выделение соответствующего техноценоза комплекса электрооборудования.
3. Определение объема распределяемой/ трансформируемой электрической мощности.
4. Определение базовой структуры техноценоза в аспекте диапазона мощностей комплекса силовых трансформаторов для электроснабжения.
5. Применение ценологической математической модели комплекса силовых трансформаторов, разработанной автором для расчета параметров структуры техноценоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Третья научная картина мира, новая научная дисциплина - Технетика, методология исследований технической реальности, - все эти блестящие открытия Бориса Ивановича Кудрина дали пытливым исследователям сегодняшнего дня мощный инструмент совершенствования качества жизни современного общества.

Уже полученные в этой области знания результаты, и результаты, которые, несомненно, будут получены, свидетельствуют о начале нового этапа научно-технической революции. Это этап широкого распространения и применения технетических знаний.

Список литературы.

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-е изд., переработ. и доп. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. 552 с.
2. Кудрин Б.И. ТЕХНЕТИКА: НОВАЯ ПАРАДИГМА ФИЛОСОФИИ ТЕХНИКИ (ТРЕТЬЯ НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА)// Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. - 40с.
3. Гнатюк В.И. ЗАКОН ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЦЕНОЗОВ// М.: Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, 2005.
4. Лозенко В.К. Использование ценологического подхода для управления малым бизнесом в мегаполисе // Техногенная самоорганизация и математический аппарат ценологических исследований. Вып. 28. «Ценологические исследования». - М.: Центр системных исследований, 2005. - С. 300-310.
5. Фуфаев В.В. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЦЕНОЗОВ// Математическое описание ценозов и закономерности технетики. Вып. 1. Ценологические исследования. - Абакан: Центр системных исследований, 1996. - С. 156-193.
6. Энергоэффективность в России: скрытый резерв// Отчет группы экспертов Всемирного банка. 2009. 162 с.
7. Кудрин Б. И. Электрика как развитие электротехники и электроэнергетики// 3-е изд., испр. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. 40 с.
8. Кудрин Б. И. О государственном плане рыночной электрификации России// М.: Изд-во Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2005. 204 с.
9. Кудрин Б.И., Лесниченко А. Ю. Ценологические исследования распределительных сетей центральной части России// «Промышленная Энергетика», 2011 - № 2, стр. 25 – 30.