

ПЛАНОВОЕ РАЗВИТИЕ РЫНКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ: УТОПИЯ ИЛИ НЕОБХОДИМОСТЬ?

1. [Введение](#)
2. [Совокупность всех видов силовых трансформаторов распределительных сетей - устойчивый техноценоз.](#)
3. [Оценка российского рынка силовых трансформаторов I - III габарита на 2011 - 2017г.г.](#)
4. [Плановое развитие рынка силовых трансформаторов: утопия или необходимость?](#)

ВВЕДЕНИЕ.

20 апреля 2010 года на выступлении в Госдуме с отчетом правительства о работе в 2009 году, премьер-министр РФ В. В. Путин заявил, что экономика России вышла из продолжительной рецессии и начала своё восстановление: «Рецессия в нашей экономике закончилась. Более того, у нас очень хорошие стартовые условия для дальнейшего движения вперед. Это не значит, что кризис закончился, но рецессия закончилась».

Дальнейшее движение вперед экономики - это, прежде всего, определение ориентиров.

В предлагаемой статье впервые использован ценологический подход к оценке спроса на рынке силовых трансформаторов, как альтернатива подходам, опубликованным автором в отраслевых журналах в течение 2008 - 2010 г.г. Впервые на базе этого подхода даны оценки российского рынка силовых трансформаторов I - III габарита. Также впервые автором высказывается предположение о необходимости развития этого рынка с учетом ценологических свойств совокупности оборудования, входящего в национальную электрическую сеть ЕНЭС России.

СОВОКУПНОСТЬ ВСЕХ ВИДОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ - УСТОЙЧИВЫЙ ТЕХНОЦЕНОЗ.

Ценологический подход и термин «техноценоз» предложены в 1974 году выдающимся ученым, профессором Московского энергетического института (ТУ) Борисом Ивановичем Кудриным. В развитие понятия «техноценоз» профессор Лозенко Валерий Константинович ввёл понятие «бизнесценоз» как «совокупность ограниченных в пространстве (организация, регион, страна, группы стран, мир) 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».

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 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. - <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.

В 2010 году автор настоящей статьи 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 ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРАНЫ (РЕГИОНА)», который полностью соответствует определению проф. В.К. Лозенко и выглядит следующим образом: бизнесценоз «КОМПЛЕКС ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ 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 состав данного бизнесценоза, а именно: в состав бизнес-структур, в состав инфраструктуры, в производственную среду входят силовые трансформаторы, обеспечивающее электроснабжение, т.е. фактически обеспечивающие жизнедеятельность бизнесценоза. В соответствии с изложенным выше определением в совокупности СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ бизнесценоза образуют техноценоз, конечная цель - передача и распределение электрической энергии.

Видовым признаком является в данном случае мощность [силового трансформатора](#) (16кВА, 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 в течение пяти лет собраны и обработаны данные по трансформаторному хозяйству всех регионов России, не только по I - III габариту, но и IV - VIII габариту. Ключевым моментом была проверка собранных данных на соответствии критерию H -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 «Силовые трансформаторы распределительных сетей», имеющих разные суммарные установленные трансформаторные мощности. Гиперболическое ранговидовое H -распределение определяется формулой:

$$N_i = A / r_i^{1,44}, \text{ где} \quad (1)$$

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).

Ранговый параметр для техноценоза «СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ» $\beta=1,44$. 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.

На рис. 1 приведен график распределения для техноценоза «СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ» совокупной установленной трансформаторной мощности 1423,7 МВА (кривая 1), а также графики ранговидовых распределений, когда мощность 6050 МВА распределяется только I - II габаритом (кривая 2), и когда мощность 6050 МВА распределяется только III габаритом (кривая 3). Для удобства значение ранга на оси абсцисс заменено на обозначение мощности (ранг 1 - мощность 0,063 МВА, ранг 2 - мощность 0,1 МВА, и т.д., ранг 11 - мощность 6,3 МВА). По оси ординат указана численность вида.

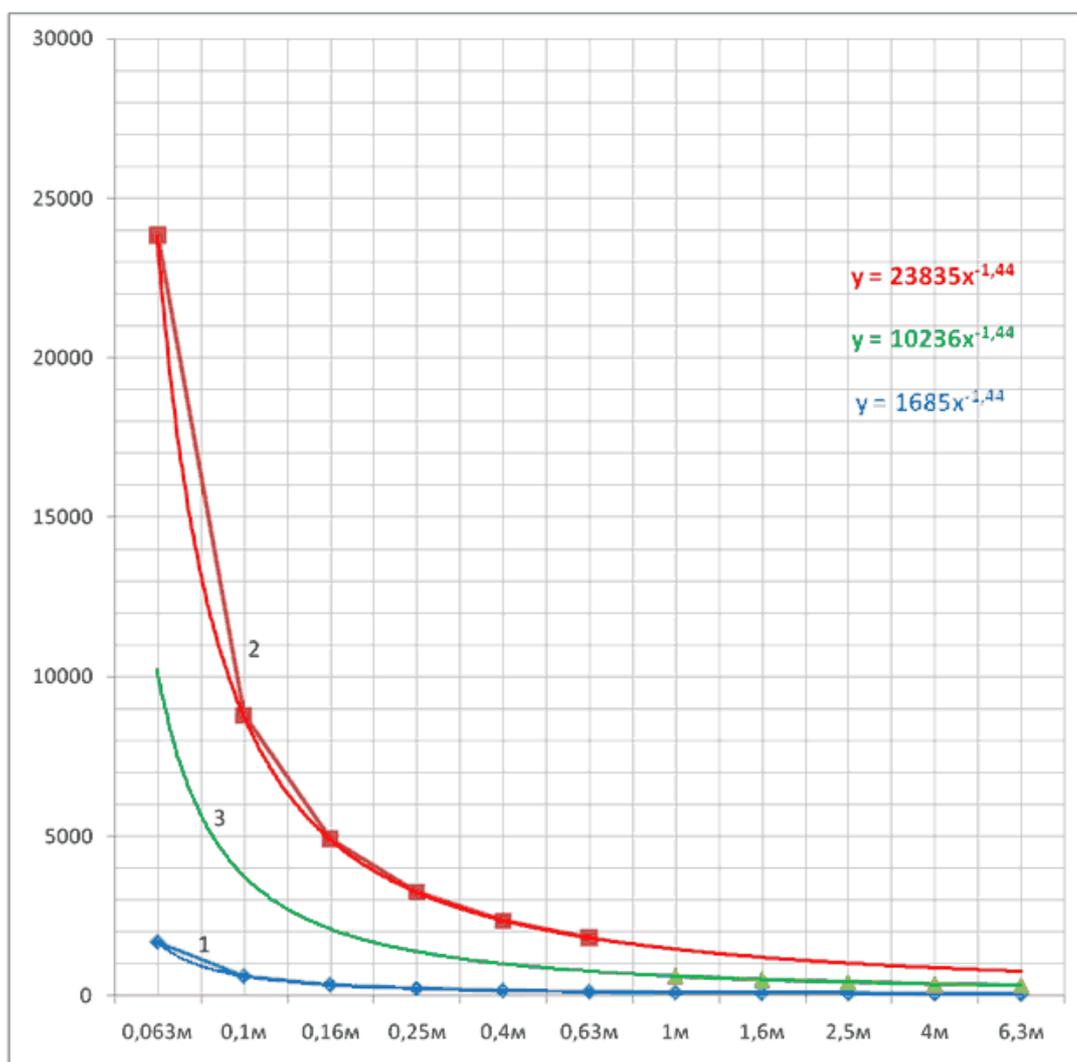


Рис 1. Ранговидовые распределения



ОЦЕНКА РОССИЙСКОГО РЫНКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ I - III ГАБАРИТА НА 2011 - 2017Г.Г.

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

Одна из неценологических моделей прогнозирования спроса, опубликованных ранее [[Савинцев Ю.М. Рынок силовых трансформаторов I - II габарита: состояние после кризиса // EnergyLand.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 ранговидовое распределение (1), отображаемое кривой 1 на рис.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; 2-й кластер трансформаторы III габарита. 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 «СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ», 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 «СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ», состоящего только из видов первого кластера и обеспечивающего распределение мощности 6050 МВ (кривая 2 на рис.1)
 - $A_{I-II}=1685*(6050/427.7)=10236$

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, приведено в таблице 1.

Таблица 1.

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

Общий спрос в 2011 - 2017 годах ежегодно составит ~ 55 000 штук (в т.ч. 52707 штук I - II габарита). Если сравнить с прогнозом, приведенным выше (52100 штук для I - II габарита), то можно говорить о практическом совпадении данных моделирования. При этом данная модель позволяет, как видно из таблицы 1 СПРОГНОЗИРОВАТЬ ЕЖЕГОДНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ 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.

ПЛАНОВОЕ РАЗВИТИЕ РЫНКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ: УТОПИЯ ИЛИ НЕОБХОДИМОСТЬ?

Итак, теперь можно ответить на вопрос, вынесенный в заголовок статьи. Как видим, ценологические свойства трансформаторного хозяйства в масштабах страны (региона), определяют **ВПОЛНЕ КОНКРЕТНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ВИДОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ**. Плановость развития рынка силовых трансформаторов подразумевает учет этих соотношений в планировании развития трансформаторных производств. В дальнейшем автор планирует проанализировать производственные мощности российских трансформаторных заводов и номенклатуру выпускаемого оборудования и обосновать рекомендации для собственников заводов по развитию их активов.

Ю.М. Савинцев,
кандидат технических наук,
генеральный директор ЗАО «Корпорация «Русский трансформатор»»

