

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОАО «ПТИЦЕФАБРИКА «ЗАРЯ» ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Е.О. Лисунов

*В статье представлены результаты прогнозирования электропотребления Птицефабрики «Заря» Емельяновского района Красноярского края. За основу последующего расчета взята методика, созданная на основе работ Гнатюка В.И.*

*Ключевые слова: техноценоз, аппроксимация, ранжирование, прогнозирование.*

Современное состояние электрификации сельского хозяйства обусловлено становлением рыночных отношений в энергоснабжающих организациях и сельскохозяйственных предприятиях. Часть предприятий, производящих сельскохозяйственную продукцию, была преобразована в новые формы хозяйствования, в том числе и фермерские. Электрические сети, возводившиеся для сельскохозяйственных предприятий, были безвозмездно переданы на баланс энергосистем. Существенные изменения произошли и в ценообразовании тарифов на электроэнергию. Если до 1991 г. тарифы на электроэнергию устанавливались централизованно и были едиными для сельского хозяйства, а льготный тариф составлял 1 коп за 1 кВт-ч, то сегодня каждая энергоснабжающая организация устанавливает через региональные энергетические комиссии свои тарифы, которые постоянно увеличиваются.

Доля энергозатрат в себестоимости сельскохозяйственной продукции с 3,8% выросла после 1991 г. до 20...30%, а по некоторым предприятиям, в том числе и птицефабрикам до 30...50%.

В рамках договора на электроснабжение Птицефабрика «Заря» Емельяновского района Красноярского края ежегодно, с разбивкой по месяцам, обязана заявлять параметры своего электропотребления, одним из которых является количество требуемой активной электроэнергии. За превышение заявленных значений электропотребления взимается штраф перерасходованной электроэнергии, если же фактическое потребление ниже договорного, то оплата производится по значению, обусловленному договором. За заявленное, но не использованное количество электроэнергии потребитель также платит.

Необходимость включения условия о количестве электроэнергии определена тем, что в соответствии с Гражданским Кодексом Российской Федерации договор энергоснаб-

жения отнесен к договорам купли-продажи и должен определять наименование и количество товара, подлежащего передаче покупателю. Если договор купли-продажи не позволяет определить количество подлежащего передаче товара, то он не считается заключенным.

Особенность электроэнергии как товара, подлежащего купле-продаже, заключается в том, что в крупной энергетике процессы производства-потребления электроэнергии совпадают во времени и не могут быть разнесены. Электроэнергию нельзя «складировать». Поэтому при заключении договора электроснабжения возникает задача прогнозирования электропотребления.

Общее электропотребление Птицефабрики «Заря» Емельяновского района Красноярского края складывается из расхода энергии на снабжение внутрихозяйственных потребителей.

Основные методы прогнозирования расхода электроэнергии внутрихозяйственными потребителями, сложились во времена плановой экономики. Они опираются на основные показатели развития отрасли в соответствии с планом производства работ и услуг. В условиях рыночных отношений существующие методы, как правило, дают завышенные значения договорной величины расхода электроэнергии, что приводит к убыткам. Необходимо разработка методик прогнозирования, позволяющих повысить точность прогнозирования расхода электроэнергии.

На данном этапе существует проблема удовлетворительного по точности прогноза договорной величины расхода электроэнергии внутрихозяйственных потребителей, решение которой позволит снизить финансовые потери при заключении договора с энергоснабжающей организацией. Одним из перспективных методов является техноценологический.

Техноценоз – это ограниченное в пространстве и времени выделенное единство, характеризующееся слабыми связями и слабыми взаимодействиями элементов, образующих систему, выделяемую для целей исследования.

Основной смысл рангового анализа состоит в построении и аппроксимации ранговых распределений для их последующего использования в целях оптимизации и прогнозирования. Ранговое распределение – это убывающая последовательность значений параметра (например, электропотребления), упорядоченная таким образом, что каждое последующее число меньше предыдущего, и поставленная в соответствие рангу (номеру по порядку в данной упорядоченной последовательности).

Вообще под ранговым понимается распределение Ципфа в ранговой дифференциальной форме, являющееся результатом аппроксимации невозрастающей последовательности значений параметра, полученной в процедуре упорядочения видов техноценоза. Ранг в этом случае – номер вида по порядку. В качестве параметра можно рассматривать численность видов в техноценозе. В этом случае распределение называется ранговым видовым гиперболическим Н-распределением. Если фигурирует какой-либо из видообразующих параметров (электропотребление), то распределение называют ранговым параметрическим Н-распределением.

В основе рангового анализа лежат техноценологический подход и теория безгранично делимых ранговых распределений. Ранговые распределения получают по результатам аппроксимации отранжированных экспериментальных данных по электропотреблению объектов техноценоза. При выделении объекта реализации методологии оптимального управления электропотреблением следует обращать внимание на корректность базы данных по электропотреблению, а также на ее строгое соответствие статистическим критериям Н-распределения. Оценка корректности базы данных осуществляется в рамках первой тонкой процедуры рангового анализа – верификации.

Как показывает опыт, далеко не всегда исходные данные, используемые для управления электропотреблением техноценоза, оказываются вполне корректными, что значительно снижает достоверность интервального оценивания, прогнозирования и нормирования. Следовательно, требуется предварительная верификация базы данных, которая

включает процедуры: 1) устранение нулевых данных; 2) устранение явно ошибочных данных (выбросов); 3) устранение абсолютно равных данных; 4) восстановление утерянных данных; 5) проверка на Н-распределение. Нулевые и абсолютно равные данные являются первым признаком некорректности базы, что очевидно даже с точки зрения физического смысла. Кроме того, подобные данные очень плохо обрабатываются компьютерными программами. Выбросы в данных есть следствие грубых ошибок при фиксации параметров обслуживающим персоналом либо сбоев в работе технических средств измерений. Наконец, утеря данных может произойти как по вине персонала, так и по причине тяжелых сбоев в работе серверов, на которых хранятся базы. В ряде случаев требуется просто корректное наращивание базы данных на несколько лет «назад». Необходимо отметить, что верификация не обязательная процедура, однако она всегда должна применяться в том случае, если есть хотя бы малейшее сомнение в корректности исходных данных.

Проверка соответствия данных критериям Н-распределения заключается в проверке совместного выполнения двух гипотез. Во-первых, совокупность данных не подчиняется нормальному закону, во-вторых, данные значимо взаимосвязаны. Если обе гипотезы выполняются, можно утверждать, что исследуемый объект является техноценозом, и его данные по электропотреблению могут обрабатываться методами рангового анализа. Проверка гипотезы о несоответствии генеральной совокупности данных по электропотреблению нормальному распределению осуществляется при помощи критерия Пирсона, а также методом спрямленных диаграмм. Исследование взаимосвязанности техноценоза выполняется с помощью коэффициента конкордации, выборочного коэффициента ранговой корреляции Кендалла, а также выборочного коэффициента линейной корреляции.

Далее проводилась аппроксимация ранговых распределений. С точки зрения последующей оптимизации большое значение имеет аппроксимация эмпирических распределений. Ее задача заключается в подборе аналитической зависимости стандартной гиперболической формы, наилучшим образом описывающей совокупность точек:

Методом наименьших модулей;

Линейным методом наименьших квадратов;

Методом наименьших квадратов;

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОАО  
«ПТИЦЕФАБРИКА «ЗАРЯ»» ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

После строится график результирующей аппроксимационной кривой параметрического распределения техноценоза.

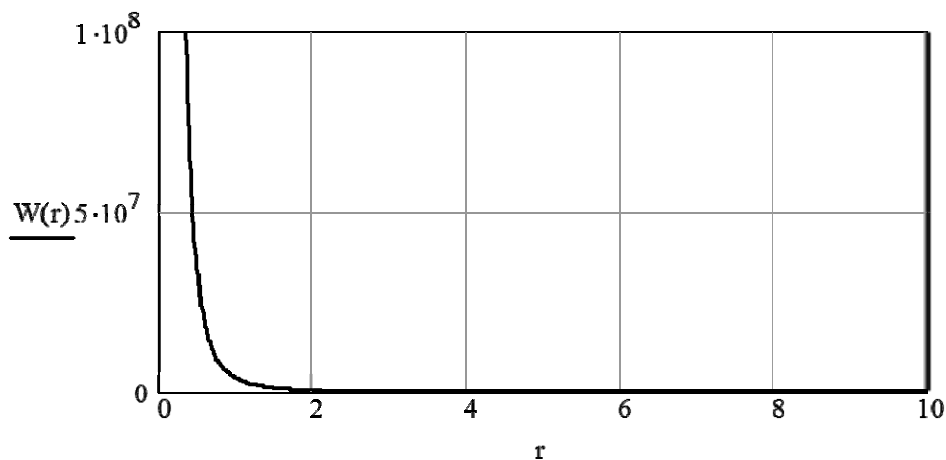


Рисунок 1 – График результирующей аппроксимационной кривой параметрического распределения техноценоза: абсцисса - ранг объекта; ордината - электропотребление, кВтч

Затем проводилось интервальное оценивание объектов техноценоза:

По общему определению интервальное оценивание – процедура оптимального управления ресурсами техноценоза, заключающаяся в определении точек эмпирического рангового параметрического распределения по исследуемому функциональному параметру, выходящих за пределы гауссового переменного доверительного интервала, который построен относительно аппроксимационной кривой распределения. Точки, выходящие за пределы доверительного интервала, фиксируют объекты техноценоза, аномально потребляющие ресурс.

При этом если точка находится ниже доверительного интервала, то считается, что объект потребляет ресурсы аномально мало, а если выше интервала, то аномально много. В обоих случаях объект нуждается в углубленном обследовании с целью установления причин его аномального состояния. Очевидно, что целью процедуры интервального оценивания в нашем случае является определение объектов техноценоза, аномально потребляющих электроэнергию.

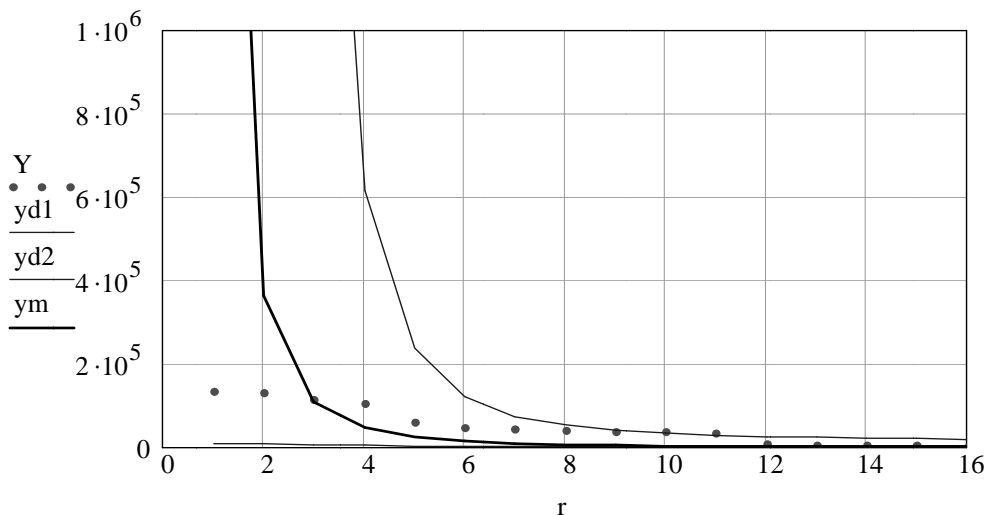


Рисунок 2 – Доверительный интервал для полного рангового параметрического распределения в линейных осях: абсцисса - ранг объекта; ордината - электропотребление, кВтч; точки - эмпирические данные; сплошные линии - аппроксимационная кривая, верхняя и нижняя доверительные границы

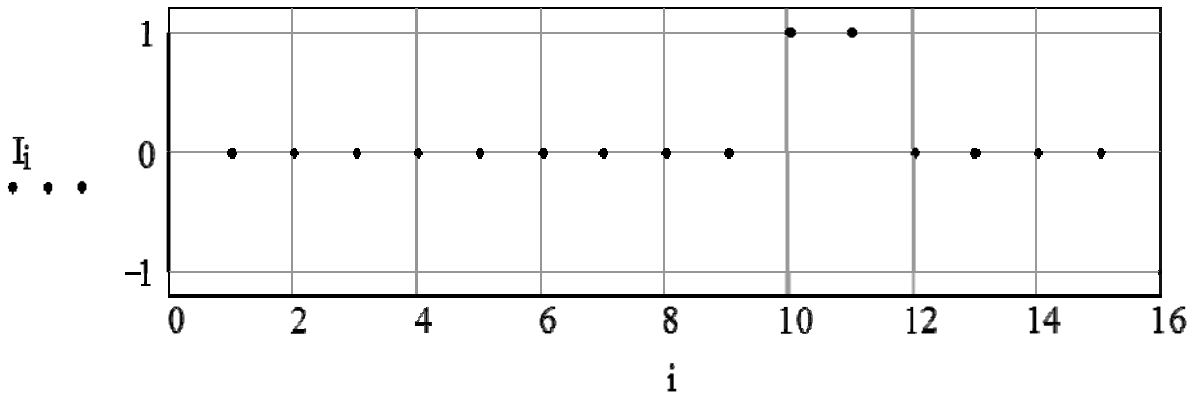


Рисунок 3 – Объекты с аномальным электропотреблением: абсцисса - ранг объекта; ордината - индикатор, который принимает значение 0, 1 или -1, если точки соответственно лежат: внутри, выше или ниже доверительного интервала

Прогнозирование – процедура оптимального управления ресурсами техноценоза, заключающаяся в определении вероятных значений функциональных параметров в бу-

дущем. Применительно к данному техноценозу прогнозирование может осуществляться G-методом (Gauss-методам, основанном на гауссовой математической статистике).

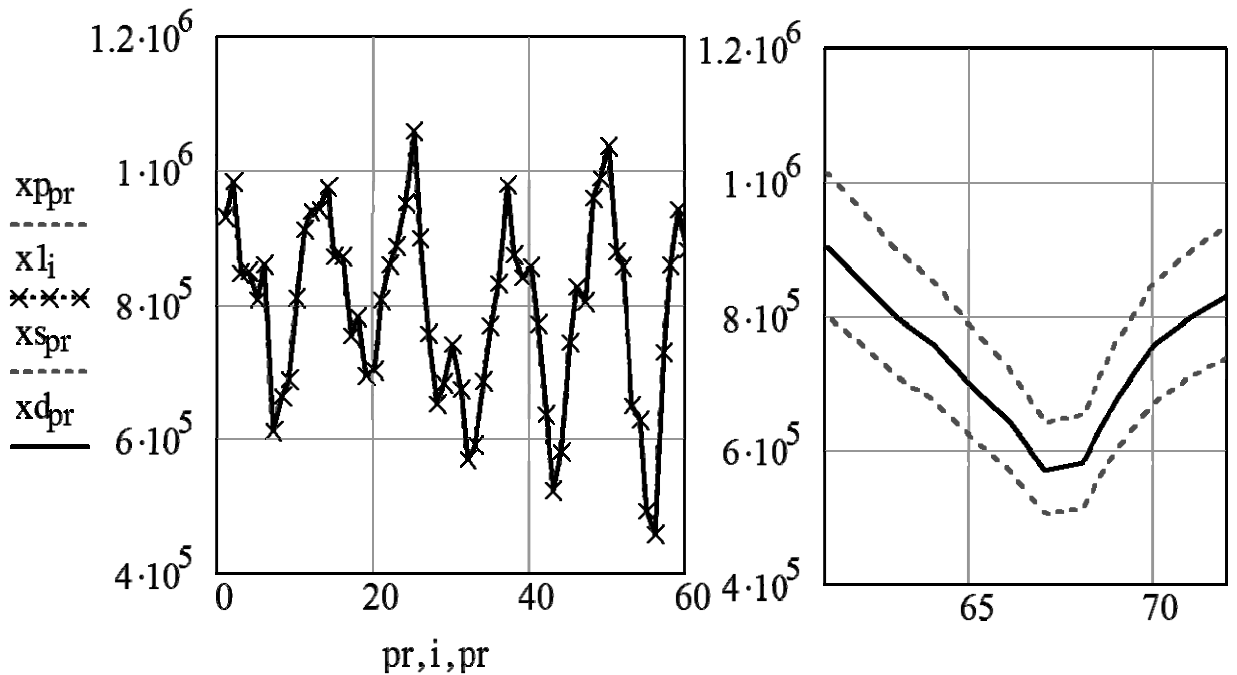


Рисунок 4 – Электропотребление объекта на 2011 год, кВтч: абсцисса - номер месяца; ордината – электропотребление, левая часть графика - электропотребление за известный период времени с реальными данными (крестики); правая часть графика - прогнозные значения электропотребления с 95 %-ми доверительными границами (штриховые линии)

По результатам расчетов построена таблица прогнозных значений электропотребления объекта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОАО  
«ПТИЦЕФАБРИКА «ЗАРЯ»» ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Таблица 1 – Прогнозные значения электропотребления объекта (кВт·ч)

Месяц	Реальное потребление	Минимальное прогнозное значение	Медианные прогнозные значения	Доверительные 95 %-ые границы	
Январь	854217	812077	902589	1015699	802075
Февраль	819186	787982	851317	958002	756513
Март	897083	699389	795065	894700	706525
Апрель	666532	628189	754972	849584	670897
Май	651508	614161	697165	784532	619528
Июнь	630438	574603	643683	724347	572001
Июль	475246	496811	569085	640402	505711
Август	475246	475713	580236	652950	515620
Сентябрь	519103	539070	677957	762917	602458
Октябрь	422364	624965	756581	851394	672327
Ноябрь	634121	698170	798350	898397	709444
Декабрь	663190	744025	831614	935829	739004

Сравнение заявленных значений с фактическим расходом электроэнергии показало, что договорные величины, заявленные фабрикой, отличаются от прогнозных. (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение фактических и прогнозных величин за 2011 год

	Фактическое электропотребление, кВт·ч	Договорная величина, кВт·ч	Относительная ошибка договорной величины, %	Прогноз по предлагаемой методике, кВт·ч	Относительная ошибка прогноза, %
Январь	854217	869756	1,8	812077	-4,9
Февраль	819186	862650	5,3	787982	-3,8
Март	897083	829920	-7,5	699389	-22,0
Апрель	666532	754528	13,2	628189	-5,8
Май	651508	649510	-0,3	614161	-5,7
Июнь	630438	437242	-30,6	574603	-8,9
Июль	475246	417156	-12,2	496811	4,5
Август	475246	509994	7,3	475713	0,1
Сентябрь	519103	500254	-3,6	539070	3,8
Октябрь	422364	581794	37,7	624965	48,0
Ноябрь	634121	941200	48,4	698170	10,1
Декабрь	663190	880174	32,7	744025	12,2

Определены эквивалентные потери от неточности прогноза заявленной величины для ОАО «Птицефабрика «Заря»» на 2011 год. Сравнение метода, используемого на фабрике, с техноценологическим методом показало преимущество последнего.

Величина потерь в связи с неточностью существующего метода прогнозирования составляет 14 % значения затрат на фактически потребленную электроэнергию, применение техноценологического метода снижает эту величину до 8,8 %. Применение техноценологического метода для формирования значений договорных величин снижает финансовые потери от неточности прогнозирования 1,6 раз, что при расчёте по тарифу 1,7 руб/кВт·ч, составляет 685865 рублей.

1. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов [Электронный ресурс] / В. И. Гнатюк – Компьютерная версия, перераб. и доп. – М. : Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, 2005 – 2007. – Режим доступа : <http://www.baltnet.ru/~gnatukvi/ind.html>. – Загл. с экрана.

2. Кендалл, М. Ранговые корреляции. Зарубежные статистические исследования / М. Кендалл. – М. : Статистика, 1975. – 216 с.

3. Матюнина, Ю. В. Количество электроэнергии в договоре энергоснабжения / Ю. В. Матюнина // Электрика. – 2002. – № 4. – С. 43-45.

**Лисунов Евгений Владимирович**, ФГБОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, аспирант, тел. 8(391) 227-10-62, E-mail: [esn@kgau.ru](mailto:esn@kgau.ru)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ