

Development of Captive Expense Regulation Model of Siberian Electricity Distribution Companies

Chernov S.S., Kolkova N.A.
Novosibirsk State Technical University
Novosibirsk, Russian Federation

Abstract. Russian electricity distribution business is a kind of natural monopoly activities, where different ways of state control, including tariff formation are applied. The problem of high setting of tariffs for some electricity distribution companies and the low setting for another one takes place in the sphere of tariff formation in Russia. This does not allow forming the financial basis for stable development of the electricity distribution sector. This problem had been solved by means of comparison study of expenses of electricity distribution companies (benchmarking study). The research subject was tariff formation system of electricity distribution companies of the Russian Federation. We examined the factors exerting influence on captive expense regulation for developing model of efficiency level of captive expense regulation. In the process of studying the foreign experience of benchmarking electricity companies and the peculiarities of the work of electricity companies in Siberia, a list of factors had been determined for constructing a regression model of controlled expenditures. Using the data on eight indicators of operation of production assets of 51 electric grid companies of Siberia for 2014-2016, it became possible to form a model for the effective level of captive expense. We argued that factors such as the cost of the region's market basket, the actual volume of energy, and the level of electricity losses have the greatest impact on the of captive expense of companies in the Siberia Federal District. The article demonstrates the new model of captive expense regulation of electricity distribution companies of Siberia.

Keywords: electricity distribution company, tariff formation, benchmarking, X–efficiency, electricity distribution companies' expenses.

Dezvoltarea unui model pentru determinarea nivelului efectiv al cheltuielilor controlate ale companiilor electrice din Siberia

Cernov S.S., Colkova N.A.
Universitatea Tehnică de Stat din Novosibirsk
Novosibirsk, Federația Rusă

Rezumat. Businessul din domeniul rețelelor electrice al Rusiei se referă la domeniul activitățile de monopol natural, în privința cărora se aplică diferite metode de reglementare de stat, inclusiv în problematica formării tarifelor. În prezent, există o anumită disonanță în domeniul reglementării tarifare, care constă în supraevaluarea tarifelor pentru unele companii electrice și subestimarea acestora pentru alt companii, ceea ce nu permite formarea bazei financiare pentru dezvoltarea durabilă a businessului din domeniul rețelelor electrice. Practica internațională de rezolvare a acestei probleme este de a efectua o analiză comparativă a costului companiilor electrice din domeniul transportului și distribuției energiei electrice (benchmarking). Pe baza rezultatelor obținute, companiile sunt clasificate după semnul de eficiență și ineficiență, fiind determinat indicatorul țintă al creșterii eficienței fiecărei organizații, care trebuie atins într-o anumită perioadă. După ce s-a studiat experiența din țările de peste hotare și s-au analizat opt indicatori de funcționare a activelor de producție ale 51 de companii de electricitate din Siberia pentru perioada anilor 2014-2016, a fost posibil să se formeze un model pentru estimarea nivelului de eficacitate al cheltuielilor controlate. În lucrare se prezintă principalele modele de benchmarking al țărilor străine care sunt utilizate în reglementarea activităților organizațiilor ce activează în domeniul rețele electrice și a fost elaborat un model pentru estimarea nivelului de eficacitate al costurilor controlate ale companiilor electrice din Siberia.

Cuvinte-cheie: companie de distribuție a energiei electrice, reglementare tarifară, benchmarking, eficiență de tip X, costurile companiilor electrice de distribuție.

Разработка модели эффективного уровня подконтрольных расходов электросетевых компаний Сибири

Чернов С.С., Колкова Н.А.
Новосибирский Государственный Технический Университет
Новосибирск, Россия

Аннотация. Электросетевой бизнес России относится к естественно—монопольным видам деятельности, в отношении которых применяются различные методы государственного регулирования, в том числе в вопросе тарифообразования. На данный момент в сфере тарифного регулирования имеет

место некоторый диссонанс, который заключается в завышении тарифов для одних электросетевых компаний и его занижении для других, что не позволяет сформировать финансовую основу устойчивого развития электросетевого бизнеса. Международная практика решения данной проблемы заключается в проведении сравнительного анализа величины издержек электросетевых компаний (бенчмаркинга). На основе полученных результатов происходит ранжирование компаний на эффективные и неэффективные, определяется целевой индикатор роста эффективности каждой организации, который должен быть достигнут за определенный период. Изучив зарубежный опыт и произведя анализ восьми показателей эксплуатации производственных фондов 51 электросетевой компании Сибири за 2014-2016 гг., представилось возможным сформировать модель эффективного уровня подконтрольных расходов. В статье представлены основные модели бенчмаркинга иностранных государств, которые используются при регулировании деятельности электросетевых организаций, разработана модель эффективного уровня подконтрольных расходов электросетевых компаний Сибири.

Ключевые слова: электросетевая компания, тарифное регулирование, бенчмаркинг, X—эффективность, издержки электросетевых компаний.

Введение

В последнее время вопрос установления сбалансированных тарифов территориальных сетевых организаций (ТСО), в частности определения оптимального уровня подконтрольных расходов, актуален, так как в электросетевой отрасли России существуют следующие проблемы:

- высокая электросетевая составляющая, определяющая в среднем 46% конечной цены на электроэнергию;
- ухудшение показателей качества работы электросетевой инфраструктуры.

Высокая сетевая составляющая может свидетельствовать о наличии недостатков в тарифном регулировании. В связи с данным фактом Федеральной антимонопольной службой (ФАС), а до 2015 года Федеральной службой по тарифам (ФСТ), изыскиваются способы обеспечения устойчивого развития электросетевого комплекса.

Одним из перспективных способов является внедрение альтернативных методов тарифообразования, таких как бенчмаркинг, суть которого заключается в проведении сравнительного анализа и ранжировании компаний на эффективные и неэффективные.

В последнее время в России число электросетевых организаций сократилось на 26% (с 2617 до 1947 организаций по состоянию на февраль 2016 года), что обусловлено вступлением в силу постановления Правительства Российской Федерации от 28.02.2015 №184, в соответствии с которым утверждены критерии отнесения объектов электросетевого хозяйства к территориальным сетевым организациям.

Сокращение числа ТСО дает возможность упростить процедуру регулирования тарифов Федеральной антимонопольной службой, так

как снижение числа контролируемых организаций позволяет повысить качество регулирования, что в свою очередь представляет возможным применять принципы регулирования на основе бенчмаркинга.

I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В общем смысле под бенчмаркингом понимается процесс внедрения в практику работы компании технологий, стандартов и методик лучших организаций—аналогов.

Принцип бенчмаркинга заключается в сравнении организаций—аналогов, внедрении в практику работы технологий и стандартов лучших компаний. Для осуществления процедуры бенчмаркинга в сфере тарифного регулирования проводится сравнительный анализ величины издержек компании (операционных, капитальных, общих) на основе методов параметрического и непараметрического анализа с другими компаниями отрасли. В ходе данной процедуры выявляются лучшие значения издержек компаний по заданным критериям. Организациям, которые далеки от показателей издержек эффективных компаний, задается целевой индикатор роста X—эффективности, значения которого они должны достичь за определенный период.

Внедрение принципов стимулирующего регулирования на основе бенчмаркинга (опираясь на опыт иностранных государств) способствует:

- оперативному решению проблем, возникающих в отрасли, посредством формирования комбинации стимулирующих механизмов;
- созданию стимулов для повышения эффективности ТСО;

- формированию устойчивых правил регулирования;
- формированию квазиконкурентной среды;
- повышению качества оказываемых регулируемой организацией услуг.

Таким образом, реализация принципов стимулирующего регулирования на основе бенчмаркинга издержек в некоторой степени способствует решению проблем электросетевого комплекса России.

Наиболее широко вопросы бенчмаркинга исследованы в трудах зарубежных авторов [1—10].

Проблема бенчмаркинга электросетевых компаний России затронута в статье отечественных исследователей «Методологические подходы к бенчмаркингу российских электросетевых компаний» Долматова И. А. и Маскаева И.В. [11]. Также анализ эффективности государственного регулирования тарифов в электроэнергетике представлен Баландиным Д.Г. в работе «Оценка производственной эффективности генерирующих компаний при формировании тарифов на электроэнергию» [12].

II. МЕТОДЫ БЕНЧМАРКИНГА

Основой бенчмаркинга является сопоставление компаний (в данном случае электросетевого сектора энергетики) между собой с целью определения уровня эффективности их деятельности. В зарубежной практике используется

достаточно большое количество методов бенчмаркинга [13]:

1. Индекс удельных единиц (PPI—анализ);
2. Анализ среды функционирования (DEA—анализ) [13];
3. Индекс совокупной производительности факторов производства (TFP—анализ);
4. Модели эконометрического анализа;
5. Анализ с использованием стохастических границ производственных возможностей (SFA—анализ).

Общая структура моделей бенчмаркинга при регулировании деятельности электросетевых организаций следующая:

- Входные данные – операционные, капитальные или общие затраты и натуральные данные, такие как технические характеристики деятельности организации, особенности среды функционирования и т.д.;
- Выходные данные – оценка эффективности деятельности компании.

Под эффективностью деятельности компании понимается отношение полезного результата (объема отпущенной электроэнергии потребителям, число потребителей) к величине производственных затрат.

Методы бенчмаркинга, перечисленные выше, относятся к группе количественных методов. Большая часть данных методов основана на сборе, обработке и анализе статистической информации о результатах деятельности компаний.



Рис. 1. Количественные методы бенчмаркинга электросетевых компаний.

На рис. 1 представлены количественные методы бенчмаркинга для оценивания функции затрат электросетевых компаний. Для проведения бенчмаркинга компаний используется методы моделирования границы затрат: непараметрические и параметрические.

Общей особенностью группы непараметрических методов является отсутствие введения предпосылок о функциональной форме границы затрат и простота расчета.

Несмотря на значительное количество зарубежных публикаций, посвященных проблеме использования граничных методов для бенчмаркинга электросетевых компаний, в России наблюдается дефицит исследований, посвященных использованию граничных методов количественного анализа для оценки эффективности операционных издержек с целью регулирования электросетевых компаний. В связи с данным фактом в статье рассмотрена принципиальная возможность использования граничных методов бенчмаркинга, основанных на построении регрессии. Представлена регрессионная модель подконтрольных расходов электросетевых компаний Сибири на основе метода наименьших квадратов (Cols), так как такой метод позволяет произвести количественное описание взаимосвязей между экономическими переменными.

С целью исследования операционной эффективности компаний была сформирована выборка из 51 электросетевой компаний Сибири (компании Новосибирской области, Алтайского края, Республики Хакасия и Бурятия, Томской, Омской, Иркутской и Кемеровской области, Забайкальского края) за 2014—2016 гг. Исследуемая группа электросетевых компаний в части тарифообразования применяет метод долгосрочной индексации необходимой валовой выручки (НВВ) и метод доходности инвестированного капитала.

III. МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО УРОВНЯ ПОДКОНТРОЛЬНЫХ РАСХОДОВ

В рамках действующей системы стимулирующего тарифного регулирования в России определение НВВ осуществляется посредством суммирования подконтрольной и неподконтрольной части расходов.

Подконтрольные расходы, среди которых статьи «сырье и материалы», «ремонт основных средств», «оплата труда» и прочее (социальные выплаты, транспортные услуги и т.д.), ежегодно индексируются. Неподконтрольные расходы, среди которых «оплата услуг АО «ФСК ЕЭС»», «расходы на оплату технологического присоединения к сетям смежной ТСО», «плата за аренду имущества», «налоги» и «прочие расходы по технологическому присоединению», определяются как фактически понесенные.

В настоящий момент, уровень подконтрольных расходов для предприятий, регулируемых по методу доходности инвестированного капитала, рассчитывается по формуле:

$$BL_i = BL_0 * \prod_{j=1}^i CI_j. \quad (1)$$

$$CI_j = (1 - EI_j) * (1 + CPI_j) * (1 + AI_j), \quad (2)$$

где CI_j - коэффициент индексации на год j (coefficient of indexation); BL_0 - базовый уровень операционных расходов, установленный на долгосрочный период регулирования (base level of captive expenses); EI_j - индекс эффективности операционных расходов, установленный в процентах на год j (efficiency index of captive expenses); CPI_j - индекс потребительских цен, в соответствии с одобренным прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации (consumer price index); AI_j - индекс изменения количества активов, установленный в процентах на год j при расчете долгосрочных тарифов (assets index).

В соответствии с методическими указаниями, «индекс эффективности операционных расходов территориальных сетевых организаций устанавливается на долгосрочный период регулирования в соответствии с методическими указаниями по определению базового уровня операционных, подконтрольных расходов территориальных сетевых организаций, необходимых для осуществления регулируемой деятельности, и индекса эффективности операционных, подконтрольных расходов с применением метода сравнения аналогов. Индекс эффективности операционных расходов организации по управлению единой

национальной (общероссийской) электрической сети устанавливается на долгосрочный период регулирования в размере от 1 до 3 процентов уровня операционных расходов текущего года долгосрочного периода регулирования».

В исследуемой группе индекс эффективности электросетевых компаний принимает значение, равное 1% для 73% компаний, что указывает на отсутствие дифференциации по условиям операционной деятельности. Также стоит отметить тот факт, что на данный момент индекс эффективности выступает исключительно в качестве понижающего коэффициента. В совокупности данные факторы сдерживают качественное развитие электросетевых компаний, так как даже эффективным компаниям подконтрольные расходы сокращают.

Для решения этой задачи рассмотрим вопрос внедрения новых методов тарифного регулирования, таких, как бенчмаркинг.

В России Федеральной службой по тарифам, чьи полномочия были переданы ФАС в 2015 году, в 2013 году представлен проект «Методические указания по определению базового уровня операционных (подконтрольных) расходов территориальных сетевых организаций с применением метода сравнения аналогов (бенчмаркинга) при регулировании тарифов на услуги по передаче электрической энергии». В результате его анализа, установлено, что применение представленной ФСТ модели

определения эффективного уровня подконтрольных расходов для ТСО Сибири нецелесообразно, в связи с данным фактом в статье представлена разработанная модель эффективного уровня подконтрольных расходов для электросетевых компаний Сибирского федерального округа.

Анализ зарубежной академической литературы [1-10] и модели эффективных подконтрольных затрат проекта ФСТ позволил сформировать перечень показателей, которые предполагается включить в модель:

- стоимость потребительской корзины, тыс. рублей;
- количество точек подключения, шт.;
- трансформаторная мощность подстанций, у.е.;
- количество условных единиц по линиям передач, у.е.;
- фактический объем отпуска, млн. кВтч;
- уровень потерь электроэнергии, %;
- средняя температура января, К [14];
- показатель толщины стенки гололеда, мм [15].

Расчет эффективного уровня операционных затрат предполагает использование функции Кобба—Дугласа при описании формы операционных затрат, так как переменные модели имеют различные единицы измерения. В таблице 1 представлено описание переменных множественной регрессии (метод наименьших квадратов (МНК)).

Таблица 1.

Описание переменных модели (итерация 1)

№	Переменная	Описание	Единица измерения
1	P	стоимость потребительской корзины	тыс. руб.
2	C	количество точек подключения	шт.
3	T	трансформаторная мощность подстанций	у.е.
4	L	количество условных единиц по линиям передач	у.е.
5	O	фактический объем отпуска	млн. кВтч
6	M	уровень потерь электроэнергии	%
7	$k1$	средняя температура января	К
8	$k2$	показатель толщины стенки гололеда	мм

В результате исследования статистической значимости коэффициентов (Таблица 2), установлено, что между некоторыми регрессорами модели наблюдается тесная

связь (2,009575). Также установлено, что на подконтрольные расходы большее влияние оказывают такие регрессоры, как «трансформаторная мощность подстанций»,

«трансформаторная мощность подстанций» и «фактический объем отпуска». С целью устранения взаимного влияния регрессоров, представим следующую спецификацию модели (Таблица 3). Включение переменных

k2 и k3 обусловлено значимостью регрессоров «трансформаторная емкость подстанций» и «количество условных единиц по линиям передач» для модели.

Таблица 2.
Статистическая значимость коэффициентов на 2014 год (итерация 1)

	OPEX	P	C	T	L	O	M	k1	k2
OPEX	—								
P	0,0682673	—							
C	0,1226955	7,7616064	—						
T	15,237469	0,1485223	0,1879572	—					
L	14,688611	0,6395011	0,7451423	16,350254	—				
O	14,623544	0,1605277	0,1202809	17,051173	12,464194	—			
M	1,7326404	0,324025	0,9611024	1,4171483	1,8121923	0,0232983	—		
k1	0,5288576	0,2388995	0,0448038	0,3875362	0,9289421	0,095263	0,7189048	—	
k2	0,0157235	0,6306426	1,6434981	0,0517211	0,3213024	0,2120179	0,3697068	0,2384404	—

Переменные «отношение количества точек подключения к трансформаторной емкости подстанции» и «отношение количества точек подключения к количеству условных единиц по линиям передач» включены во множественную регрессию, так как они

исключают высокую корреляционную зависимость между факторами «стоимость потребительской корзины» и «количество точек подключения».

Таблица 3.
Описание переменных модели (итерация 2)

№	Переменная	Описание	Единица измерения
1	k1	<i>стоимость потребительской корзины</i>	тыс. руб.
2	k2	$\frac{\text{количество точек подключения}}{\text{трансформаторная емкость подстанций}}$	шт./у.е.
3	k3	$\frac{\text{количество точек подключения}}{\text{количество условных единиц по линиям передач}}$	шт./у.е.
4	k4	<i>фактический объем отпуска</i>	млн. кВтч
5	k5	<i>средняя температура января</i>	К
6	k6	<i>показатель толщины стенки гололеда</i>	мм
7	k7	<i>уровень потерь электроэнергии</i>	%

Таблица 4.
Статистическая значимость коэффициентов на 2014 год (итерация 2)

	OPEX	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7
OPEX	—							
k1	0,0682673	—						
k2	2,1487373	1,8419785	—					
k3	1,5205052	1,1066189	17,832781	—				
k4	14,623544	0,1605277	1,7579089	1,409815	—			
k5	0,5288576	0,2388995	1,2533826	0,7206077	0,095263	—		
k6	0,0157235	0,6306426	0,1143984	0,3795843	0,2120179	0,2384404	—	
k7	1,7326404	0,324025	1,1512551	0,6750107	0,0232983	0,7189048	0,3697068	—

Анализируя данные таблицы 4 можно отметить тот факт, что наибольшее влияние на подконтрольные расходы оказывают регрессоры k2 и k3. Для снижения корреляционной зависимости между регрессорами k2 и k3 произведем преобразование Бокса—Кокса. Однопараметрическое преобразование Бокса—Кокса определяется следующим образом[16]:

$$x_i(\lambda) = \frac{x_i(\lambda) - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0, \quad (3)$$

где x_i – преобразуемый регрессор.

На рис. 2 приведена информация о преобразованной переменной (значение $\lambda = -1$). В результате Бокс—Кокс преобразования представилось возможным устранить взаимную корреляцию регрессоров (Таблица 6). Табличное значение ($t_{табл}$) t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05 и значения числа степени свободы ($51-2=49$), равно 2,009575. Значение наблюдаемого t-критерия меньше табличного ($t_{calculate} < t_{table}$), что представляет возможным заключить об отсутствии между исследуемыми переменными тесной статистической взаимосвязи.



Рис.2. Бокс—Кокс преобразование регрессора k3.

Таблица 5.

Статистическая значимость коэффициентов на 2014 год (итерация 3)

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7
k1	—						
k2	1,8419785	—					
k3	1,4403623	1,2001259	—				
k4	0,1605277	1,7579089	0,6693401	—			
k5	0,2388995	1,2533826	1,5461167	0,095263	—		
k6	0,6306426	0,1143984	0,1493224	0,2120179	0,2384404	—	
k7	0,324025	1,1512551	1,6537003	0,0232983	0,7189048	0,3697068	—

Дальнейшим шагом построения уравнения множественной регрессии является реализация метода BackWard – метод пошаговой регрессии, позволяющий последовательно удалять переменные до того момента, пока это возможно (например по критерию значимости).

Для определения набора существенно влияющих факторов происходит последовательное исключение факторов на основании оценки скорректированного коэффициента детерминации ($R^2_{adjusted}$). Процесс исключения факторов останавливается на том шаге, при котором

все регрессионные переменные значимы (максимальное значение $R^2_{adjusted}$).

Алгоритм метода "пошагового исключения" (stepwise backward selection) следующий:

- на первом шаге перебираются все комбинации из m числа переменных и исключается наименее информативный признак с точки зрения заданного критерия ($R^2_{adjusted}$);

- эти шаги повторяются, пока не будут выполнены условие расчета (максимально приближенное значение к единице).

При включении всех факторов регрессии в модель значение $R^2_{adjusted} \approx 0,889780852$. На 26 итерации рост скорректированного коэффициента детерминации прекращен $R^2_{adjusted} \approx 0,896732247$, что указывает на тот факт, что регрессорами модели подконтрольных расходов для электросетевых предприятий Сибири являются:

- стоимость потребительской корзины (k_1);
- фактический объем отпуска (k_4);
- уровень потерь электроэнергии (k_7).

Представим уравнение регрессии:

$$LN(OPEX) = 1,372005 - 1,23797 * \ln(k_1) + 0,795379 * \ln(k_4) + 0,699515 * \ln(k_7). \quad (4)$$

В процессе исследования установлен тот факт, что влияние таких факторов, как факторы климатического условия, количество точек подключения, количество условных единиц по линиям электропередач и трансформаторная мощность подстанций не оказывают значительного влияния на уровень операционных расходов.

Следующим этапом анализа является оценка качества модели. Коэффициент детерминации равен 0,902975 и показывает, что около 90,3% вариации зависимой переменной учтено в модели и обусловлено влиянием включенных факторов. Коэффициент множественной корреляции равен 0,95025, что демонстрирует высокую тесноту связи зависимой переменной $LN(OPEX)$ с тремя включенными в модель объясняющими факторами.

Проведем оценку значимости уравнения регрессии. Анализ протокола выполнения

регрессионного анализа показал, что значение F —критерия Фишера ($F_{calculate}$) составляет 145,8033. Табличное значение F —критерия Фишера, найденное при помощи функции ФРАСОБР при доверительной вероятности 0,95, $\nu_1 = 3$, $\nu_2 = 51 - 3 - 1 = 47$, составляет 2,80236.

Поскольку $F_{calculate} > F_{table}$, причем расчетное значение превышает табличное в 52 раза, уравнение регрессии следует признать адекватным.

Ситуация гомоскедастичности предполагает непротиворечивость гипотезы однородности дисперсий различных наблюдений вида:

$$H_0 : \delta^2 = \delta^2, i = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Для выявления наличия гетероскедастичности воспользуемся критерием Гольфельда—Квандта [17].

Согласно данному критерию всю область изменения k^* разбивается на три интервала: $N_1; N - d; N_2$, значение d выбирается некоторым целым числом из отрезка $\left[\frac{N}{4}; \frac{N}{3} \right]$. Таким образом, получаем интервал: 17,17,17.

Вычислим значение векторов остатков e_1 , e_2 и соответствующие им остаточные суммы квадратов ESS_1 и ESS_2 .

Согласно критерию Гольфельда—Квандта гипотеза (формула 5) отвергается с вероятностью ошибки α (5%), если нарушается хотя бы одно из неравенств:

$$F_{GQ} \leq F_{cr}(1 - \alpha, N_1 - \nu, N_2 - \nu). \quad (7)$$

$$F_{GQ} \cdot F_{GQ}^{-1} \leq F_{cr}(1 - \alpha, N_1 - \nu, N_2 - \nu). \quad (8)$$

где: $F_{GQ} = \frac{ESS_1 / (N_1 - \nu)}{ESS_2 / (N_2 - \nu)}$; ν – количество регрессоров модели; $F_{cr}(1 - \alpha, N_1 - \nu, N_2 - \nu)$ – критическое значение, определенное по таблицам квантилей распределения Фишера.

Значение $F_{cr}(1 - \alpha, N_1 - \nu, N_2 - \nu)$, определенное при помощи функции ФРАСОБР при доверительной вероятности

0,95, $\nu_1 = 3$, $\nu_2 = 51 - 3 - 1 = 47$, составляет 2,80236.

$$F_{GQ} = \frac{ESS_1 / (N_1 - \nu)}{ESS_2 / (N_2 - \nu)} = \frac{5,739588253 * 14}{6,463349894 * 14} = 0,88802066.$$

$$F_{GQ}^{-1} = 1,12609992.$$

Таким образом, значение $F_{GQ} < F_{cr}$ и $F_{GQ}^{-1} < F_{cr}$, что указывает на непротиворечивость гипотезы однородности дисперсий (формула 5) и проведенный метод наименьших квадратов приводит к получению корректных результатов. На рис. 3 представлен график значений остатков.

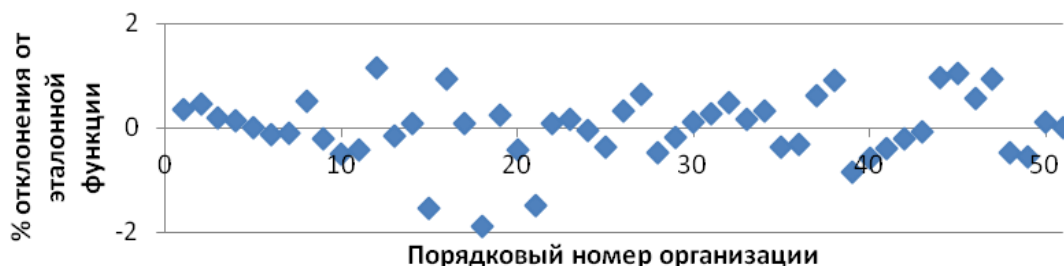


Рис.3. Значение остатков модели за 2014 год.

Произведем верификацию модели множественной регрессии на данных 2015 и 2016 гг. В таблице 6 представлены данные об отклонении коэффициентов за 2015 и 2016 гг.

Таблица 6.
Отклонение коэффициентов детерминации

Год	R^2	$R^2_{adjusted}$
2015	-0,614%	-0,658%
2016	-0,49%	-0,525%

Отклонения коэффициентов детерминации (Таблица 6) не превышают 1%, из чего следует, что возможно долгосрочное использование модели множественной регрессии (формула 4) для определения эффективного уровня подконтрольных расходов. Таким образом, в процессе анализа установлено, что коэффициенты регрессоров модели эффективных подконтрольных

расходов следует определять ежегодно, так как в результате применения коэффициентов модели подконтрольных расходов 2014 года к данным 2015 и 2016 годов отклонение от эффективного уровня подконтрольных расходов, рассчитанного по данным 2015 и 2016 года больше 5%:

- в 71% случаев за 2015 год;
- в 61% случаев за 2016 год

В результате анализа значения остатков для 2015 и 2016 годов значение $F_{GQ} < F_{cr}$ и $F_{GQ}^{-1} < F_{cr}$, что указывает на непротиворечивость гипотезы однородности дисперсий (формула 5) и проведенный метод наименьших квадратов приводит к получению корректных результатов. Коэффициенты модели для 2015 и 2016 года представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Коэффициенты регрессоров по годам

Регрессор	2014	2015	2016
Intersept	1,37200479	0,389241	0,30318
Стоимость потребительской корзины в регионе	-1,237969424	-0,6958	-0,7114
Фактический объем отпуска	0,795379427	0,794216	0,886375
Уровень потерь	0,699515439	0,728256	0,471768

IV. ВЫВОДЫ

Таким образом, в статье продемонстрирована принципиальная возможность применения метода эконометрического анализа (МНК), для решения задачи определения оптимального уровня подконтрольной части операционных расходов, что в российской практике тарифного регулирования является перспективной задачей.

Использование модели множественной регрессии (формула 4) при определении эффективного уровня подконтрольных расходов позволит регулирующему органу (ФАС) сделать вывод об эффективности операционной деятельности каждой электросетевой компании.

Используя модель эффективного уровня операционных расходов сибирских ТСО (формула 4), представилось возможным сделать вывод об эффективности компаний. По результатам 2016 года, в исследуемой группе компаний эффективными являются следующие: Абаканские электрические сети (Хакасия); РУСАЛ (Ачинск); Южно—сибирская энергетическая компания (Барнаул); Академэлектросеть (Томская область); Крамз Телеком Красноярск (Ирбейский разрез); Филиал «Оборонэнерго» по Новосибирской области; Филиал «Оборонэнерго» по Томской области; Омская область «РЖД»; Алтайский край «РЖД»; Иркутская область—2 «РЖД»; Республика Бурятия «РЖД» (Таблица 8).

Таблица 8.
Значение индекса эффективности подконтрольных расходов ТСО Сибири на 2016 год

№	Компания	Индекс эффективности	Логарифмированные переменные				
			Подконтрольные расходы (фактические)	Стоимость потребительской корзины в регионе	Фактический объем отпуска	Потери э/э	Подконтрольные расходы (расчетные)
1	Абаканские электрические сети (Хакасия)	-3	4,8905	2,2218	6,2609	2,4121	5,4100
2	РУСАЛ (Ачинск)	-3	2,3702	2,4023	5,2382	1,1944	3,8007
3	Южно-сибирская энергетическая компания (Барнаул)	-3	3,0488	2,1903	5,7180	1,7887	4,6571
4	Академэлектросеть (Томская область)	-3	1,0086	2,3845	3,4412	1,4436	2,3381
5	Крамз Телеком Красноярск (Ирбейский разрез)	-3	3,8384	2,4023	5,8160	1,0525	4,2459
6	Новосибирская область "Оборонэнерго"	-3	3,8232	2,3479	5,2588	3,2520	4,8284
7	Томская область "Оборонэнерго"	-3	1,6159	2,3845	2,1961	2,8367	1,8916
8	Омская область "РЖД"	-3	3,4564	2,1632	5,3279	1,4764	4,1833
9	Алтайский край "РЖД"	-3	4,1032	2,1903	6,1690	1,3283	4,8397
10	Иркутская область-2 "РЖД"	-3	5,6806	2,3122	8,5407	0,6934	6,5556
11	Республика Бурятия "РЖД"	-3	4,4845	2,2693	7,2739	0,4354	5,3416
...
46	Красноярский край "Оборонэнерго"	6,9804	4,0812	2,4023	4,4296	1,6201	3,2848
47	Алтайский край "Оборонэнерго"	7,6574	3,7627	2,1903	3,9593	1,5017	2,9628
48	Республика Бурятия "Оборонэнерго"	9,0631	5,1165	2,2693	4,7845	1,9458	3,8476
49	Забайкальский край-1 "РЖД"	9,1440	2,1992	2,3596	2,4317	1,8174	1,6374
50	Кемеровская область "Оборонэнерго"	9,1440	3,1678	2,1976	2,8616	1,9345	2,1889
51	ООО "Водоканал" Кемерово	9,1440	0,4242	2,1976	0,9388	1,4041	0,2343

Для вышеперечисленных организаций следует устанавливать отрицательное значение индекса эффективности операционных расходов (формула 2), что способствует увеличению подконтрольной части расходов следующего периода регулирования. Такой механизм (формула 4) способствует повышению эффективности деятельности электросетевых компаний, так как действующая в настоящее время система определения индекса эффективности подконтрольных расходов не учитывает различий в условиях эксплуатации электросетевых активов, о чем указывает низкий уровень дифференциации индекса эффективности ($EI_j = 1\%$ для 73% ТСО).

Стоит отметить следующий факт: за период 2014—2016 гг. у компаний РУСАЛ (Ачинск), Южно—сибирская энергетическая компания (Барнаул), Академэлектросеть (Томская область) значение $EI_j = -3\%$, что указывает на высокий уровень операционной эффективности ТСО.

Для неэффективных компаний, среди которых по результатам 2016 года (Таблица 8) филиалы «Оборонэнерго» (Красноярский и Алтайский край, республика Бурятия, Кемеровская область), АО «РЖД» (Забайкальский край—1) и ООО «Водоканал» г. Кемерово, следует устанавливать такое значение индекса эффективности, при котором происходит максимально—возможное снижения подконтрольного уровня операционных расходов.

Таким образом, руководство ТСО сможет повлиять на уровень операционных расходов посредством контроля ключевых факторов, влияние на уровень подконтрольных расходов которых велико и значение которых непосредственно зависит от деятельности компании (фактический объем отпуска и уровень потерь).

На основании результатов модели (эффективный уровень подконтрольных расходов) представляется возможным установить индекс эффективности подконтрольных расходов, причем его значение следует определять ежегодно с целью стимулирования развития электросетевого комплекса. Механизм установления индекса подконтрольных расходов должен отражать реальное положение дел: компании, чья эффективность в базовом периоде высока, обладают более высоким уровнем подконтрольных расходов

в текущем периоде. Бенчмаркинг при регулировании деятельности электросетевых организаций формирует квазиконкурентную среду, что способствует созданию финансовой основы устойчивого развития электросетевого бизнеса.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ТСО	–	территориальная сетевая организация
ФАС	–	федеральная антимонопольная служба
ФСТ	–	федеральная служба по тарифам
PPI	–	индекс условных единиц
DEA	–	анализ среды функционирования
TFP	–	индекс совокупной производительности факторов производства
OLS	–	метод наименьших квадратов
COLS	–	метод скорректированных наименьших квадратов
MOLS	–	модифицированный метод наименьших квадратов
SFA	–	анализ с использованием границ производственных возможностей
HBB	–	необходимая валовая выручка
MNK	–	метод наименьших квадратов

Литература (References)

- [1] Agrell P. J., Farsi M., Filippini M. and Koller M. Unobserved heterogeneous effects in the cost efficiency analysis of electricity distribution systems. *Economics Working Paper Series* 13/171, 2013. – pp.61—89.
- [2] Farsi M., Filippini M., Greene W. Application of Panel Data Models in Benchmarking Analysis of the Electricity Distribution Sector. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.584.5796&rep=rep1&type=pdf> . (accessed 23.07.2017)
- [3] Farsi, M., M. Filippini and W. H. Greene Application of Panel Data Models in Benchmarking Analysis of the Electricity Distribution Sector. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 2006, no. 77 (3), pp.271—290.
- [4] Kassakian J.G., Scmalensee R. The Future of the Electric Grid. Available at: <http://publicsde.regie—energie.qc.ca> . (accessed 23.07.2017)
- [5] Lazarsfeld, Paul F., and Neil W. Henry. Latent Structure Analysis. *USA: Houghton Mifflin*, 1968, pp. 201—293.
- [6] Lawrence D., Diewert E. [Measuring output and productivity in electricity networks] *SSHRC*

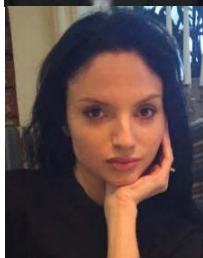
- Conference on Index Number Theory and the Measurement of Prices and Productivity*. Vancouver, 2004, 48 p.
- [7] Machek O. Regulatory benchmarking in central Europe: Current practice and possibilities of development for the energy sector. *The annals of the University of Oradea. Economic sciences*, 2011, vol. 20, no. 1, pp. 80—86.
- [8] Mißfeldt S. A comparative analysis between the Dutch and German electricity distribution network industry with regard to regulation and efficiency. *Aarhus University, Department of Economics and Business*, Berlin, 2012, 87 p.
- [9] *Assessing Approaches to expenditure and incentive*. Available at: <http://www.oxera.com/Oxera/media/Oxera/Assessing-approaches-to-expenditure-and-incentives.pdf?ext=.pdfincentives.aspx> (accessed 01.09.2017)
- [10] Vincová K. Using DEA models to measure efficiency. *Biatec*, 2005, vol. 8, no. 8, pp. 24—28.
- [11] Balandin D.V. *Oценка производственной эффективности генерирующих компаний при формировании тарифов на электроэнергию*. Diss. kand. ekon. Nauk [Assessment of the production efficiency of generating companies for the formation of electricity tariffs. Dr. econ. sci. diss.]. St. Petersburg, 2006. — 201 p. (In Russian).
- [12] Dolmatov I.A., Maskaev I.V. [Methodological approaches to the benchmarking of Russian transmission companies]. *Trudy XIV Aprel'skoj mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po problemam razvitija ekonomiki i obshhestva* [Proc. XIV April. Int. Conf. with regards to development of economy and society]. Moscow, 2014, book 2, pp. 248—256. (In Russian).
- [13] Drobysch I.I. Benchmarking pri regulirovanii tarifov elektrosetevykh organizatsiy [Benchmarking of electricity distribution companies' tariff regulation]. *Trudy ISA RAN*, 2013, vol. 63, pp. 97—107. (In Russian).
- [14] *SNiP 23.01.99 – 2003. Stroitel'naja klimatologija normativno-tehnicheskij material* [Construction rules and regulations 23.01.99-2003. Construction climatology normative and technical material]. Moscow, Standartinform Publ., 2015. (In Russian).
- [15] *Svod pravil 20.13330.201-2011. Nagruzki i vozdejstviya. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.01.07—85* [Rules and regulations 20.13330.201-2011. Loads and impacts. Updated version of Construction rules and regulations 2.01.07-85]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. (In Russian).
- [16] Scott D. *Box—Cox Transformations* Available at: <http://onlinestatbook.com/2/transformations/box-cox.html>. (accessed 28.07.2017)
- [17] Timofeev V.S., Fadeenkov A.V., Shhekoldin V.Ju. *Ekonometrika:uchebnik* [Econometrics:workbook]. Novosibirsk, NSTU's Publ., 2013. 340 p (In Russian).

Сведения об авторах.



Чернов Сергей Сергеевич, кандидат экон. наук, доцент, декан факультета энергетики, зав. кафедрой производственного менеджмента и экономики энергетики Новосибирского государственного технического университета, Россия, г. Новосибирск. Общее количество научных публикации более 150. Область научных интересов — стратегический менеджмент и маркетинг в энергетике, экономика энергетики, энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

E-mail: chernov@corp.nstu.ru



Колкова Наталья Александровна, аспирант кафедры производственного менеджмента и экономики энергетики Новосибирского государственного технического университета, Россия, г. Новосибирск. Общее количество научных публикаций — 9. Область научных интересов – электроснабжение, тарифообразование в энергетике, экономика энергетики, энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

E-mail: natasha.kolkova@gmail.com