

## ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ РЕГИОНА В СРЕДНЕСРОЧНОЙ И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

В статье рассматривается метод прогнозирования энергопотребления для Челябинской области, определяются основные проблемы, которые должны быть решены в процессе его реализации при помощи трех сценариев развития топливно-энергетического комплекса. Выделяются основные направления и тенденции развития топливно-энергетического комплекса области.

**Ключевые слова:** сценарий, энергетические ресурсы, стратегические цели, энергоёмкость, душевое потребление энергии, тенденции, спрос.

Сегодня для энергетического прогноза такой показатель, как спрос на энергию, определяется динамикой развития демографии и экономики региона. Принято считать, что основной драйвер роста энергопотребления – повышение благосостояния растущего населения. Поэтому для прогноза энергопотребления ключевыми показателями считаются душевое энергопотребление и энергоёмкость валового регионального продукта (ВРП). При прогнозировании энергопотребления использованы тренды роста численности населения, экономики и энергетики региона за последние 25 лет. Основой прогноза является сценарий инерционного развития по нему и экстраполированным трендам показателей для региона определены статистические тренды и доверительные интервалы будущих значений ВРП, потребление первичной энергии и электроэнергии [1].

Абсолютное потребление всех видов первичных энергетических ресурсов в Челябинской области непрерывно растёт,

однако с разными темпами роста. В связи с чем представляет большой научный и практический интерес определить главные направления и тенденции будущего развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) области и выявить основные факторы, их определяющие в средне- и долгосрочных перспективах его будущего развития. Постоянно растущие потребности области в энергетических ресурсах для обеспечения своей производственно-хозяйственной деятельности требуют изменения существующих тенденций развития энергетических систем в направлении доступного, надежного, безопасного и экологически чистого предоставления потребителям конечных энергоносителей и оказания других энергетических услуг. Эти изменения должны обеспечить решение следующих проблем, которые актуальны уже сегодня, а в будущем их актуальность будет возрастать:

- предоставление доступных энергетических услуг для благополучия 3480 тыс. людей, живущих в регионе, и 3490 тыс., прогнозируемой их численности к 2035 г.;
- повышения энергетической безопасности для региона;
- уменьшение внутренних и внешних эмиссий парниковых газов при ис-

<sup>1</sup> Кокшаров Владимир Алексеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, докторант Высшей школы экономики и менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: vakok-sharov@mail.ru.

пользовании топлива в домашних условиях и их негативных последствий на здоровье людей;

- снижение других вредных эффектов и соответствующих рисков, присущих региональным энергетическим системам, для повышения экономического благосостояния населения региона;
- надежное обеспечение энергоресурсами промышленности региона [2].

Существенные изменения потребуются в областном ТЭК, чтобы предотвратить или уменьшить указанные угрозы населению и

повысить его благосостояние. Основываясь на фактической информации о состоянии ТЭК на 2010 г. и сформулированной автором региональной концепции его развития, прогноз рассматривает три возможных сценария будущего развития ТЭК, различающиеся следующими энергетическими предпосылками и стратегическими целями (табл. 1). В прогнозе экономическое развитие народного хозяйства представлено динамикой ВРП, определенного по паритету покупательной способности рубля, как показано в табл. 2, из которой следует, что ВРП народного хозяйства будет расти

Таблица 1

Предпосылки энергетической политики и стратегические цели сценариев развития регионального ТЭК

Предпосылки и цели	Сценарий инерционного развития	Модернизационный сценарий развития 25	Модернизационный сценарий развития 50 <sup>2</sup>
Предпосылки энергетической политики	В этом сценарии вплоть до 2020 г. динамика экономического роста останется на уровне 2,5–3 % роста ВРП в год. При реализации этого сценария не будет создан достаточный потенциал для устойчивого экономического роста	Существующая стратегия развития поддерживается, а вновь принятые инвестиционные проекты принимаются с осторожностью	Все доступные инвестиции для достижения высокой энергоэффективности используются и все необходимые инвестиционные проекты для снижения энергоемкости
Стратегические цели	Определить базовое направление формирования высокой динамической оценки качества ТЭБ региона при условии неизменности трендов в спросе и предложении энергии.	Определить границы оценки потенциальных достижений (и ограничений) текущего развития энергетических и экологических стратегий для формирования высокой динамической оценки качества ТЭБ региона	Выявить результаты повышения энергоэффективности в каждом экономически целесообразном случае формирования высокой динамической оценки качества ТЭБ региона

<sup>2</sup> Модернизационные сценарии развития отличаются от сценария инерционного развития тем, что один позволяет снизить энергопотребление на 25 %, а второй – на 50 % по отношению к нему.

со средним темпом 3,0 % в год за период 2010–2035 гг. При этом предполагается, что существует прямая зависимость между экономической активностью и спросом на энергию с понижающим темпом роста во времени вследствие НТП, повышающего эффективность использования энергии в регионе. В предстоящие 30 лет нет серьезных оснований надеяться на сохранение и тем более ускорение темпов роста ВРП относительно предыдущего периода [3, 4].

Тому противодействуют снижение интенсивности основных факторов производства, замедление роста населения, ужесточение проблемы водоснабжения, удорожание основных природных ресурсов (в частности, очередное удвоение цен углеводородов относительно средних за последние 30 лет). Прогноз экономического роста в регионе базируется в основном на продолжении тенденций и параметров развития с дальнейшим сдвигом в сферу услуг (развитие здравоохранения при росте продолжительности жизни и т. п.).

Прогнозируемые параметры роста численности региона и изменения его структуры на период 2010–2035 гг. представлены в табл. 3, из которой видно, что к 2035 г. численность региона не превысит 3490 млн человек, 85 % которого будет жить в городах. Из демографических характеристик, влияющих на энергопотребление, особую роль играет доля трудоспособного населения в возрасте от 15 до 64 лет, поскольку именно оно определяет темпы экономического роста и, соответственно, спроса на энергию. Еще один значимый фактор при оценке энергопотребления – рост городского населения за счет оттока из сельских районов, что меняет не только размеры, но и характер потребления к большей централизации и концентрации энергоснабжения [1, 5].

**Цены на энергетические ресурсы** имеют принципиальное значение для определения тенденций развития ТЭК, так как они определяют для потребителей не только выбор конкретных энергоресурсов, но и технологий их потребления, а для их про-

Таблица 2

Прогнозируемые среднегодовые темпы роста ВРП, рассчитанные в ценах 2010 г.

Регион	Округленные среднегодовые темпы роста по временным периодам		
	2010–2015 гг.	2010–2020 гг.	2010–2035 гг.
Челябинская область	3,6 %	2,9 %	2,4 %

Таблица 3

Прогнозируемые параметры роста населения по временным периодам [2,3]

Регион или страна	Средние темпы рост населения, %			Численность населения, млн		Уровень урбанизации, %	
	2010–2020 гг.	2020–2035 гг.	2010–2035 гг.	2010 г.	2035 г.	2010 г.	2035 г.
Мир	1,1	0,8	0,9	6 843	8 556	51	61
ЕС	0,2	0,1	0,1	502	518	74	81
Россия	–0,1	–0,4	–0,3	142	133	73	78
Челябинская область	0,2	0,1	–0,1	3,482	3,490	82	85

изводителей – объемы производства и соответствующих инвестиций. В табл. 4 приведены прогнозируемые цены энергоресурсов на наиболее востребованные ископаемые их виды в реальном (с учетом инфляции) измерении, из которой видно, что они различаются по сценариям, отражая для каждого вида энергии влияние политических решений государства на его спрос и предложение [6].

**Энергетические технологии**, освоенные и вновь осваиваемые для энергоснабжения и энергопотребления, будут определять будущие инвестиционные решения, стоимостные показатели разных видов первичных и конечных энергоресурсов, а также объемы и структуру будущего спроса на энергию. Поэтому прогноз развития регионального ТЭК, предложенный в работе на период до 2035 г., основан на разных предпосылках относительно технико-экономических и временных возможностей использования и освоения существующих и новых энергетических технологий. Эти предпосылки варьируются по сценариям в зависимости от вида энергоресурсов, отрасли или сектора их использования и во многих случаях им присуща неопределенность, которая характерна, в частности, для выбора технологий улавливания и хранения окислов углерода, альтернативных транспортных технологий, основанных на использовании электроэнергии, газа и др. Некоторая неопределенность, присущая этим предпосылкам, обусловлена многими причинами, в числе которых могут быть политические решения (например, отказ от использования ядерной энергии), экономические (некоторые новые технологии еще находятся в стадии коммерциализации), технические, институциональные и др., которые влияют на выбор конкретных технологий при реализации стратегических целей в рассматриваемых сценариях прогноза [7, 8].

Краткосрочные тенденции в спросе на энергию и структуре потребляемой энергии

в основном определяются уже принятыми стратегиями развития региональной экономики, ценовыми параметрами энергоресурсов и климатическими условиями. Однако долгосрочные тенденции будут зависеть от будущих действий государства на энергетическом рынке, направленных на использование соответствующих возможностей. Независимо от особенностей и целевых задач принятых сценариев в прогнозе развития ТЭК до 2035 г., выполненном в работе, демонстрируются следующие его основные тенденции:

- 1) в регионе наблюдается устойчивый спрос на энергию, обусловленный увеличением численности его населения и ростом доходов;
- 2) ископаемые виды топлива, поставляемые в регион по-прежнему способны удовлетворять большую долю регионального спроса на энергию.

**Первая устойчивая тенденция** развития ТЭК обусловлена 25 %-м приростом ВРП и 3490 млн человек в течение прогнозируемого периода 2010–2035 гг. (естественный прирост населения имеет отрицательное значение), что потребует абсолютного роста спроса на первичные виды энергии с 43 150 млн т.у.т. в 2010 г. до 73,0 и 59,9 млн т.у.т. в 2035 г. соответственно по модернизационному сценарию развития 25 и модернизационному сценарию развития 50 (табл. 5), несмотря на принимаемые меры и реализуемые программы по повышению энергетической эффективности и экономии энергии.

Однако темпы роста спроса на первичные виды энергоресурсов, отражая последствия этих мер и программ, существенно снижаются по сравнению с двумя предшествующими десятилетиями и составляют в среднем 2,7 и 1,5 % в год соответственно по модернизационному сценарию развития 25 и модернизационному сценарию развития 50 развития ТЭК за период 2010–2035 гг.

**Вторая устойчивая тенденция** формирования ТЭБ заключается в доминировании

Таблица 4

Прогнозируемые цены энергоресурсов по сценариям за период 2010–2035 гг. (в ценах 2011 г.)

	2010 г.	Модернизационный сценарий развития 25 %						Сценарий инерционного развития						Модернизационный сценарий развития 50 %					
		Годы																	
		2015	2020	2025	2030	2035	2015	2020	2025	2030	2035	2015	2020	2025	2030	2035			
Средние тарифы на электроэнергию оптовую промышленности (коп./кВтч)	105,3	138,5	200,6	299,4	398,8	427,6		229,6	321,4	417,8	459,6		197,0	293,5	421,5				
Железнодорожный транспорт (коп./кВтч)	50,7	60,5	66,5	75,2	85,7	98,6	79,3	101,5	128,8	164,3		62,4	71,1	80,4	89,2				
Сельскохозяйственные производители (коп./кВтч)	59,2	73,4	100,3	145,7	189,6	278,1	105,8	153,4	194,5	283,1		96,4	141,2	185,4	274,3				
Население (коп./кВтч)	56,7	84,5	131,8	190,6	314,6	471,9	134,2	195,1	318,6	476,0		128,6	187,5	310,3	467,6				
Природный газ (руб. за тыс. куб.)	390,2	444,0	510,0	612,0	856,0	942,0	514,3	618,5	859,0	947,3		502,9	607,8	849,2	934,2				
Эквивалентный уголь (руб./т.у.т.)	1256	1376	1486	1582	1692	1781	1503	1588	1698	1785		1479	1576	1687	1773				
Канско-Ачинский (уголь руб./т.у.т.)	588	658	787	918	1158	1308	793	926	1164	1329		779	912	1152	1294				
Мазут (руб./т)	4456	5560	5980	6240	6687	7175	5992	6254	6695	7204		5965	6223	6671	7164				

промышленности в региональной экономике, доля которой в энергопотреблении снижается: с 1980 г. по 2010 г. она снизилась с 93,0 % до 76,8 %, а по всем сценариям прогноза к 2035 г. она в среднем может составить до 70 %, а доля энергопотребления населением за этот период увеличилась с 3,0 % до 14,4 % и по всем сценариям она в среднем составит 21,3 % (табл. 6).

**Третья устойчивая тенденция** развития регионального ТЭК состоит в продолжающемся доминировании ископаемых видов энергоресурсов (угля и природного газа) в региональном ТЭБ на протяжении прогнозируемого периода, несмотря на некоторое изменение их доли по сценариям: она наибольшая в сценарии инерционного развития (71 %) и наименьшая в модернизационном сценарии развития 50 (68 %). При этом существует большая неопределенность относительно возможной доли угля

в региональном топливно-энергетическом балансе (ТЭБ), прирост спроса на который составляет 89 % в период 2010–2035 гг., и он резко падает в модернизационном сценарии развития с 50 до 26 % (табл. 6).

**Четвертая устойчивая тенденция** развития регионального ТЭК состоит в продолжающемся увеличении потерь электроэнергии в сетях общего пользования, которые занимают большой удельный вес и имеют тенденцию к увеличению. Так, в 1990 г. удельный вес таких потерь в объеме потребления электроэнергии составлял 5,2 % (2093,2 млн кВт·ч), в 2000 г. – 7,2 % (2274,5 млн кВт·ч), а в 2011 г. – 9,4 % (3440,3 млн кВт·ч). За 2011 г. потери в электросетях общего пользования увеличились на 18,6 % по сравнению с 2010 г., с 2005 г. – на 27,8 %, с 2000 г. – на 51,2 %, с 1990 г. – на 64,4 %. (рис. 1, 2). Прогноз потерь электроэнергии на 2035 г. в сетях общего пользова-

Таблица 5  
Динамика спроса на топливно-энергетические ресурсы и соответствующих эмиссий CO<sub>2</sub> по сценариям развития ТЭК в 2010–2035 гг. млн т.у.т.

	Сценарий инерционного развития				Модернизационный сценарий развития 25%		Модернизационный сценарий развития 50%	
	Годы							
	2005	2010	2020	2035	2020	2035	2020	2035
Всего	35,7	43,15	62,2	77,3	55,7	73,0	49,8	59,9
Уголь	5,0	13,2	19,0	25,0	17,0	23,0	15,0	18,0
Газ природный	15,3	17,5	25,0	30,0	22,0	28,0	20,0	23,0
Мазут млн т.у.т.	0,5	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Электроэнергия	14,8	12,1	17,9	22,0	16,4	21,7	14,5	18,6
Гидроэнергия	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Эмиссии CO <sub>2</sub> , млн т	40,1	65,9	94,2	120,0	83,7	110,1	74,8	79,8

ния составляет примерно 15 % (9728,1 млн кВтч) [9, 10]. Причиной таких высоких потерь является изношенность электрических сетей, поэтому требуется масштабные инвестиции.

Представляет интерес более детально рассмотреть основные тенденции развития регионального ТЭК по модернизационному сценарию развития 50 как более вероятному сценарию его развития в прогнозируемом периоде, в котором плановые меры и намеченные государством решения по энергетической политике должны реализовываться.

Региональный спрос на энергию в этом сценарии возрастет на 39 % в период 2010–2035 гг. с 43150 тыс. т.у.т. до 59900 тыс. т.у.т. (табл. 5), однако средний темп роста в прогнозируемом периоде уменьшается с 1,5 % в периоде 2010–2020 гг. до 1,0 % в год за период 2020–2035 гг. вследствие реализуемых мер и программ по обеспечению энергетической безопасности, сохранению климата и замедления экономического развития и темпов роста населения.

**Уголь** в прогнозе модернизационного сценария развития 50 в 2035 г. по-

Таблица 6

Потребление топливно-энергетических ресурсов по видам деятельности и населением непосредственно в качестве топлива или энергии (тыс. т. у. т.)

Годы	Потреблено по видам деятельности и населением	В том числе:						
		сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	рыболовство, рыбобоводство	промышленное производство <sup>1)</sup>	строительство	транспорт и связь	прочие виды деятельности	отпуск населению
1980	63000	630	0,1	59000	630	630	630	1890
в % к итогу	100	1,0	0,0	93,0	1,0	1,0	1,0	3,0
2000	34567,8	345,7	0,1	27792,5	241,9	1382,7	3283,9	1520,9
в % к итогу	100	1,0	0,0	80,4	0,7	4,0	9,5	4,4
2005	39782,4	397,8	0,2	31109,8	278,47	1511,7	3699,8	2784,5
в % к итогу	100	1,0	0,0	78,2	0,7	3,8	9,3	6,9
2008	44982,6	441,0	0,2	33450,7	372,9	1612,4	4451,1	4654,3
в % к итогу	100	1,0	0,0	74,4	0,8	3,6	9,9	10,3
2009	38055,9	428,5	0,3	28838,2	303,9	1298,8	2213,2	4973,0
в % к итогу	100	1,1	0,0	75,8	0,8	3,4	5,8	13,1
2010	44709,6	452,4	0,5	34323,4	244,4	1266,3	2005,1	6417,5
в % к итогу	100	1,0	0,0	76,8	0,5	2,8	4,5	14,4

<sup>1)</sup> Добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии.

прежнему будет находиться на 2-м месте с долей 30,1 %, достигнув абсолютной величины спроса около 18 млн т.у.т., что на 36 % больше, чем в 2010 г. По модернизационному сценарию развития 50 спрос на натуральный газ увеличивается с 17,5 млн т.у.т. в 2010 г. до 23 млн т.у.т. в 2035 г. (прирост 31,4 %), доля которого в региональном ТЭБ вырастет с 24,7 % в 2010 г. до 38,4 % в 2035 г.

**Энергоемкость и душевое потребление энергии в сценарии новых стратегий.** Мировой финансовый кризис 2008 г. прервал долгосрочную устойчивую тенденцию снижения энергоемкости региональной экономики, которая постепенно начала восстанавливаться в 2011 г., и возросла на 2,2 % по сравнению с 2008 г. В модернизационном сценарии развития 50 прогнози-

руется ее дальнейшее снижение с темпом 1,8 % в год между 2010 и 2035 гг. вследствие повышения энергоэффективности, структурных изменений в региональной экономике в направлении использования менее энергоинтенсивных видов деятельности и прогнозируемого повышения цен на энергоресурсы. Снижение спроса на энергию прогнозируется в регионе. Поэтому предполагается в среднем снижение энергоемкости ВРП на 34 % в течение 2010–2035 гг.

В отличие от энергоэффективности **душевое потребление энергии** в области растет с 0,417 т.у.т./чел. в 2000 г. до 1,843 т.у.т./чел. в 2010 г., что определяется уровнем экономического развития, стилем жизни и холодным климатом. При среднем уровне душевого энергопотребления в области, равном 1,843 т.у.т./чел. в 2010 г., оно

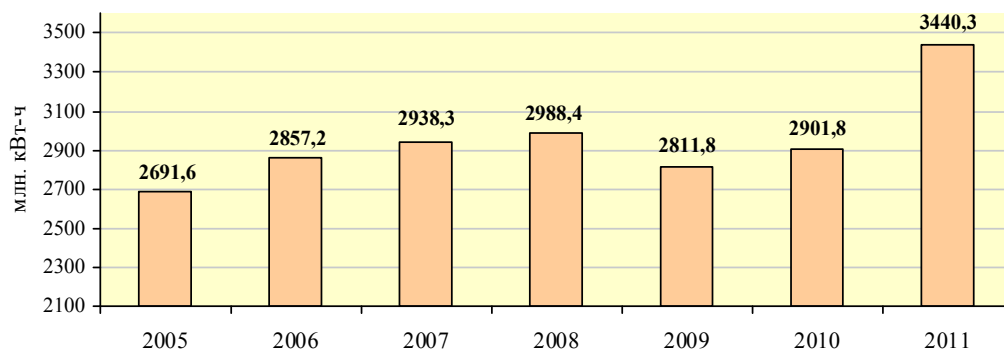


Рис. 1. Динамика потерь электроэнергии в электросетях общего пользования



Рис. 2. Изменение структуры потерь в электросетях общего пользования



составит 2,17 т.у.т./чел. в 2035 г. При этом среднемесячная номинальная заработная плата увеличилась с 2086,2 руб. в 2000 г. – до 20015,0 руб. в 2011 г. ВРП на душу населения за этот период времени увеличился с 33012 руб. до 185681 руб. [3].

Челябинская область в течение прогнозируемого периода увеличивает спрос на первичную энергию на 60 % при среднем годовом росте, равном 2,5 %. Однако ископаемые виды топлива и, в частности природный газ, остается доминирующим в региональном ТЭБ с долей 39 % в 2035 г., увеличившись с 24,7 % в 2010 г.

Потребление угля в 2035 г. также увеличивается на 89 % по сравнению с 2010 г. вследствие конкуренции более дешевого газа и ограничений, связанных с охраной окружающей среды. Спрос на природный газ растет со средним темпом 0,5 % в год вследствие более предпочтительной разницы в ценах на газ по сравнению с другими энергоресурсами. Тем не менее природный газ может играть существенно большую роль, пока существует эта разница в ценах, вызывая повышенный спрос на газ в электроэнергетике, в промышленности и на транспорте.

**Тенденции изменения спроса на энергию по секторам и отраслям ее потребления.** Спрос на первичные энергоресурсы региональной электроэнергетикой, крупного потребителя для генерирования электроэнергии в сценарии инерционного развития возрастает с 38 % в 2010 г. до 42 % в 2035 г. вследствие увеличения численности насе-

ления области, повышения уровня ее экономического развития, а также отказа многих домашних хозяйств и промышленных предприятий от потребления угля и природного газа и перехода к использованию более удобного, практичного и эффективного энергоносителя – электрической энергии [11, 12]. Соответственно существенно меняется и структура используемых энергоресурсов этого сектора в сторону увеличения применения их видов с низким содержанием углерода. Поэтому доля использования ископаемых видов энергоресурсов в производстве электроэнергии в региональном масштабе снижается с 75 % в 2010 г. до 63 % в 2035 г. При этом в наибольшей степени происходит снижение доли потребления угля в ее производстве, хотя он по-прежнему является доминирующим в области топливом в электроэнергетическом секторе. В отличие от других ископаемых видов топлива спрос на природный газ в производстве электроэнергии существенно увеличивается благодаря большей доступности, низким ценам, более высокой экологичности и технологической предпочтительности.

Таким образом, энергетическая безопасность как важнейшая цель энергетической политики региона будет определяться уровнем зависимости от внешних поставок и вероятностью перебоев в них, поскольку 52 % энергоресурсов завозятся из других регионов страны, что в свою очередь должно стимулировать интенсивное энергосбережение и энергоэффективность использования топлива и энергии.

#### **Список использованных источников**

1. Информационные технологии. Режим доступа: <http://eetd.IBI.ineiran.ru/articles/proqnoz-2040> (дата обращения: 20.06.2013).
2. Word Energy Outlook 2012 / OECD / IEA. Paris, 2012. 668 p.
3. Российский статистический ежегодник. 2012. М. : Росстат, 2012.
4. Андронов М. Энергосбытовой сектор. Актуальные вызовы и перспективы развития // Энергорынок. 2011. № 05 (88). С. 29–30.
5. Антонов Н. ТЭБ Москвы: энергетическая и стоимостная структуры // Энергорынок. 2011. № 7/8 (90/91). С. 91–95.

6. Ануфриев В.П. Эколого-экономическая оценка рационального использования энергетических ресурсов в системе киотского протокола : дис. ... д-ра экон. наук. Новосибирск, 2006. 314 с.
7. Ануфриев В.П. Энергоэффективность – проблема комплексная // Академия энергетики. 2009. № 5 (31). С. 36–40.
8. Ануфриев В.П., Лебедев Ю.В., Черномуров Ф.М. Теория и практика ресурсосбережения : учеб. пособие. Екатеринбург, 2006. 405 с.
9. Аншелес В.Р. Анализ проблем энергосбережения в России (на примере Вологодской области) // Региональная экономика: теория и практика. 2009. № 37. С. 2–9.
10. Башмаков И. Выявление и освоение ресурса повышения энергоэффективности // Энергоаудит. 2009. № 1 (9). С. 6–8.
11. Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. 2009. № 2. С. 71–89.
12. Башмаков И.А. Высокий уровень энергоемкости отечественной промышленности ставит под угрозу энергетическую безопасность России // Энергорынок. 2009. № 11. С. 25–28.