



ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

Т. Л. Тен¹, В. Г. Дрозд¹, Б. Ж. Спанова¹, А. Л. Те², Г. Д. Когай³

¹Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза,

²Алматинская академия экономики и статистики,

³Карагандинский государственный технический университет

В статье даётся анализ теплоэнергетических ресурсов Республики Казахстан. Проведено исследование мирового энергетического рынка, тенденция его развития, сырье для производства электроэнергии в развитых странах мира. Основу энергетического потенциала Республики Казахстан составляют крупные тепловые электростанции, поэтому сделан анализ развития электроэнергетического сектора экономики Республики Казахстан. Проведен количественный анализ прогнозирования динамики основных ресурсов в ТЭК РК по временному ряду за 2010–2017 гг. используя метод гармонических весов, дан прогноз на период 2018–2020 гг. На основе моделей разработаны рекомендации для повышения ТЭК РК.

Ключевые слова: теплоэнергетические ресурсы, мировой энергетический рынок, количественный анализ, прогнозирования динамики основных ресурсов.

DEVELOPMENT TENDENCIES OF HEAT AND ENERGY RESOURCES OF KAZAKHSTAN

T. L. Ten¹, V. G. Drozd¹, B. Zh. Spanova¹, A. L. Te², G. D. Kogay³

¹Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz,

²Almaty Academy of Economics and Statistics,

³Karaganda State Technical University

The article provides an analysis of the heat and energy resources of the Republic of Kazakhstan. A study of the global energy market, the trend of its development, raw materials for electricity production in the developed countries of the world. The basis of the energy potential of the Republic of Kazakhstan are large thermal power plants, therefore, an analysis of the development of the electricity sector of the Republic of Kazakhstan has been made. We will conduct a quantitative analysis of the prediction of the dynamics of the main resources in the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan for the time series for 2010-2017. using the harmonic weights method, a forecast for the period 2018-2020gg is given. Based on the models, recommendations for increasing the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan were developed.

Keywords: heat and power resources, world energy market, quantitative analysis, forecasting the dynamics of basic resources.

На сегодняшний день энергетика выступает одной из важнейших движущих сил мирового экономического прогресса, а электроэнергетическая отрасль – как одна из базообразующих отраслей экономики любой страны и играет важнейшую роль в как в политической, экономической, так и в социальной сфере государства.

В той или иной мере в странах СНГ происходят постоянные структурные изменения в экономике, которые в свою очередь определили развитие и функционирование всей энергетики каждой страны, в том числе и электроэнергетических отраслей.

Возрастающую нагрузку на энергетику Казахстана уже сегодня накладывает задача ускоренного развития её обрабатывающего сектора и диверсификации экономики [1].

Одним из факторов роста нагрузки на энергетику также выступает проблема развития и выживания малых городов, которых немало в Казахстане и насчитывается их около 60. Главной проблемой в данном случае выступает их тепло- и электроснабжение. Весьма удалённые от энергетических и топливных источников, малые города обладая стратегической демографической значимостью, наталкиваются на целый ряд проблем:

- востребованность на ежегодные бюджетные дотации с целью проведения отопительного сезона;

- недостаточность в полной мере энергетических ресурсов необходимых для обеспечения устойчивого социально-экономического развития;

- падение уровня социально-экономической ситуации при остановке градообразующих предприятий или снижении объёмов их производства.

Так, в период мирового финансового кризиса в Казахстане в промышленных отраслях наблюдалось снижение объёма производства и, как следствие, произошло снижение потребления электроэнергии промышленным сектором страны, на долю которого приходится 68,7 % от общего объёма потребления электроэнергии.

Согласно полученному отчёту «Перспективы мировой энергетики», подготовленному Международным энергетическим агентством, отмечается, что мировые темпы роста имеющегося спроса на электроэнергию существенно опережают спрос на все другие виды энергии. Отмечается, что начиная с 1970-х гг. в общем объёме спроса на энергию доля использования электроэнергии существенно выросла с уровня 9 % до более чем 17 %. При этом отмечается, что к 2050 г. доля электроэнергии увеличится до 25 %. Региональные темпы роста и реальный спрос тем не менее будут существенно отличаться: запрос на потребление электроэнергии среди стран-членов ОЭСР практически останется без изменений, а рост спроса на электроэнергию составит около 16 %; для стран, регионов не входящих в ОЭСР рост спроса на электроэнергию составит

более 300 %. Потребление нефти к 2035 г. будет сосредоточено в двух секторах – нефтехимии и транспорте. Растущие цены на нефть должны будут способствовать росту энергоэффективности производства, что должно ослабить позиции нефти для тех секторов, в которых имеются альтернативные доступные источники энергии.

Сформировавшиеся тенденции на мировом энергетическом рынке дают возможность спрогнозировать дальнейший рост спроса на энергоносители. При всем при этом в мире прогнозируются определенные изменения в структуре используемых энергоносителей. Следует ожидать, что в целом в мире будет идти расширенное применение практически всех видов традиционных и возобновляемых энергоносителей. Так, при производстве электроэнергии будет расти применение ядерного топлива, газа, угля, возобновляемых источников энергии. При этом в государствах, обладающих налаженной промышленностью, наиболее быстрый рост в использовании энергоносителей будет замечен в сфере использования атомной энергетики и возобновляемых источников энергии [2].

В последние годы в большинстве развитых государств наблюдается снижение материало- и энергоемкости производства. Снижается потребление энергоносителей на душу населения и на единицу ВВП. И как следствие, перестает действовать тесная связь между выработкой энергии и темпами роста ВВП. В соответствии с имеющимися прогнозами по развитию мирового энергетического комплекса присутствующая тенденция, направленная на сокращение удельного энергопотребления, сохранится и в ближайшие время.

Выработка тепла и электроэнергии на 80 % зависит от угля, а зависимость черной металлургии от угля в свою очередь составляет 100 %.

Уголь в ряде стран мира выступает как основное сырьё для получения электроэнергии. Так к примеру, в США, производство электроэнергии на базе угля – 52 %, в Китае – 72 %, в Германии – 54 %. В Казахстане угольная отрасль, так же как нефтегазовая, является основой для энергетического комплекса и выступает гарантом для энергетической стабильности и безопасности. На данный период доля Экибастузского бассейна занимает 65–70 % от общего количества добываемого угля. В углеводном фонде страны имеется более 283 млрд т угля, что даёт возможность быть крупнейшим экспортером угольной продукции.

В Центральном Казахстане находится большая часть углеводного фонда. На текущий период освоены такие угольные бассейны как Майкубенский, Карагандинский, Экибастузский, а также месторождения: Куу-Чекинское, Шу-

баркольское, Юбилейное и Борлинское.

Уголь выступает не только как топливо, но и как технологическое сырьё, что даёт возможность для проведения интенсивного освоения технологий глубокой переработки углей, т.е. синтетическое жидкое топливо, газификация, химические продукты.

Спрос на уголь в Казахстане, по данным экспертов, в ближайшее время будет только расти. На территории Павлодарской области имеется целый ряд крупнейших компаний по добыче угля: ТОО «Богатырь» (30,7 % всей добычи страны), ТОО «Разрез Северный» (21,7 %), СП «Майкубен – Вест» (2,3 %) , в Карагандинской области: АООТ «Борлы» ТОО «Корпарация Казахмыс» (8,8 %) и АО «МитталСтил Темиртау» (13,1 %). Коксующийся уголь, который является самым ценным, добывается только в Карагандинском бассейне.

Рассматривая вопрос о дальнейшем развитии угольной отрасли в Казахстане, следует иметь ввиду факторы экономического и технологического вида. Экономический фактор заложен в экономической эффективности углевой отрасли. А технологический фактор определяет качество угля различных марок, а также их применение в народном хозяйстве.

Базовую основу энергетического потенциала страны определяют крупные тепловые электростанции в количестве 59 единиц с суммарной мощностью около 19 000 МВт. Мощная ТЭЦ функционирует практически в каждом крупном городе страны, а в областных центрах имеется несколько ГРЭС. Так в частности, Экибастузская ГРЭС-1 и ГРЭС-2. Блоки которых были введены в эксплуатацию еще в период существования СССР. В настоящее время проводится их реконструкция и расширение с вводом новых энергоблоков. На угле работает большая часть крупных электростанций (80 %).

В республике имеется 15 гидравлических электростанций обладающих суммарной мощностью более чем в 2270 МВт. Из которых пять имеют мощность более 100 МВт (Бухтарминская – 675 МВт, Шульбинская – 700 МВт, Капчагайская – 364 МВт на реке Или, Усть-Каменогорская – 330 МВт на реке Иртыш, Чардаринская – 100 МВт на реке Сырдарья). Другие ГЭС выдают мощность менее 10 МВт.

При помощи линий электропередач (ЛЭП) все крупные энергоисточники в Казахстане объединяет Единая энергетическая система.

Государственная политика энергетической отрасли направлена на устойчивое обеспечение населения и экономики страны тепло- и электроэнергией; росту эффективности использования энергоресурсов и создание требуемых условий для перевода экономики страны на

энергосберегающие технологии; формирование динамичного развития в условиях рыночных отношений; роста потенциала по экспорту электроэнергии; обеспечение энергетической безопасности страны и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

На текущий период создание необходимых объемов расширения, строительства новых объектов электроэнергетики, модернизации существующих, а также создание транзитного и экспортного потенциала необходимых резервов мощности становится одной из важнейших государственных задач.

Конкурентоспособность топливно-энергетического комплекса Казахстана определяют основные средства предприятий, которые включают техническое состояние и технологический уровень.

Топливо-энергетический комплекс выступает локомотивом экономического роста страны, который включает в себя основные не возобновляемые ресурсы, такие, как нефтегазовый сектор, угольная промышленность, тепло- и электроэнергетика, динамика данных по которым представлена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика основных ресурсов в ТЭК РК за 2008–2015 гг.

Виды экономической деятельности	Объем промышленного производства по годам							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Добыча угля, включая концентрат угольный, тыс. т	111072	100854	110929	116449	120528	119574	114563	107318
Добыча нефти, включая конденсат газовый, тыс. т	70671	76483	79685	80061	79225	81787	80826	79459
Производство электроэнергии тепловыми электростанциями, млн кВт ч	80 341	78 729	76 621	78651	82900	84760	78049	73078
Производство тепловой энергии, тыс. Гкал	94102	93734	96387	98021	103350	94099	80975	80792

Примечание: составлено авторами на основе статистических данных.

Анализ развития электроэнергетического сектора экономики важен с точки зрения прогнозирования надежности и энергообеспечения экономического роста страны.

Проведем количественный анализ прогнозирования динамики основных ресурсов в ТЭК РК по временному ряду за 2010–2017 гг., используя метод гармонических весов. Данный метод предложил польский статистик З. Хелвиг. Основная идея метода выражается в том, что наблюдения временного ряда взвешиваются таким образом, что более поздним наблюдениям придаются большие веса. Преимущества метода гармонических весов по сравнению с другими методами, в которых также используется взвешивание уровней временного ряда, заключается в том, что при его применении не надо делать никаких предположений относительно вида тренда [3].

В качестве расчетных значений используем данные приведенные в таблице 1. В такой ситуации условно можно принять, что некоторым приближением $\hat{f}(t)$ истинного тренда $f(t)$ является ломаная линия, сглаживающая заданное число точек временного ряда u_t . Изменение положений отдельных отрезков ломаной линии описывает непрерывные изменения в его отдельных фазах. Для определения отдельных фаз движения скользящего тренда выбираем число $k < n$. Каждая фаза этого движения описывается уравнением. Исходя из того, что

предполагается осуществлять среднесрочное прогнозирование, положим $k = 5$.

По данным таблицы 1 были найдены уравнения для описания отдельных фаз движения скользящего тренда, приведенные в таблице 2. Для оценки параметров уравнений использовался метод наименьших квадратов. Число уравнений равно: $n - k + 1 = 8 - 5 + 1 = 4$.

Таблица 2

Уравнения для расчета скользящего тренда

Уравнения	Моменты времени
$y_1(t) = 101614,3 + 3450,70t$	$t=1,2,3,4,5$
$y_2(t) = 94851,20 + 4703,90t$	$t=2,3,4,5,6$
$y_3(t) = 111212,1 + 1039,30t$	$t=3,4,5,6,7$
$y_4(t) = 130222,6 - 2422,70t$	$t=4,5,6,7,8$

На основании этих уравнений определялись значения скользящего тренда. Вычислялись значения каждого $y_i(t)$ и среднее значение $\bar{y}_i(t)$ по формуле:

$$\bar{y}_i(t) = \frac{\sum_{q=1}^t a_q + t \sum_{q=1}^t b_q}{t} \text{ для } 1 \leq t \leq k. \quad (1)$$

Вычислительный метод состоит из следующих основных этапов:

Сначала находим приросты ω_{t+1} функции $f(t)$:

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{y}_{t+1} - \bar{y}_t. \quad (2)$$



Таблица 3

Временной ряд тренда, значения скользящего тренда, отклонений от тренда в абсолютном выражении и в процентах

t	y_t	$\bar{y}_j(t)$	ϵ_t	E	ω_{t+1}	C_{t+l}^n
1	111072,0	105065,0	-6007,0	5,40	0,00	0,000000
2	100854,0	106387,4	5533,35	5,50	1322,35	0,020410
3	110929,0	111753,1	824,100	0,70	5365,75	0,044220
4	116449,0	116246,3	-202,75	0,20	4493,15	0,072790
5	120528,0	117939,1	-2589,0	2,10	1692,80	0,108500
6	119574,0	118736,3	-837,70	0,70	797,25	0,156120
7	114563,0	115875,5	1312,45	1,10	-2860,85	0,227550
8	107318,0	110841,0	3523,00	3,30	-5034,45	0,370410

Далее вычисляем среднюю приростов:

$$\bar{\omega} = \sum_{t=1}^{n-1} C_{t+l}^n \omega_{t+l} \quad (3)$$

где C_{t+l}^n – коэффициенты, удовлетворяющие следующим условиям:

$$C_{t+l}^n > 0, t = 1, 2, \dots, (n-1)$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{t+l}^n = 1 \quad (4)$$

Согласно этому выражению, информации относящейся к более поздним периодам при даются большие веса, так как приросты весов обратно пропорциональны времени, которое отделяет информацию, более раннюю и более позднюю для момента $t = n$. Если самая ранняя информация имеет вес

$$m_2 = \frac{1}{n-1},$$

то вес информации m_3 , относящейся к следующему моменту времени, равен:

$$m_3 = m_2 + \frac{1}{n-2} = \frac{1}{n-1} + \frac{1}{n-2}.$$

В общем виде ряд весов определяют по уравнению:

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-t}, t = 2, 3, \dots, (n-1). \quad (5)$$

Решение этого уравнения имеет вид:

$$m_{t+1} = \sum_{i=1}^t \frac{1}{n-i}, t = 1, 2, \dots, (n-1). \quad (6)$$

Расчёт оценки S_{ω} последовательности чисел ω_{t+1} проводится по формуле:

$$S_{\omega}^2 = \sum_{t=1}^{n-1} C_{t+l}^n (\omega_{t+l} - \bar{\omega})^2, S_{\omega} = \sqrt{S_{\omega}^2}. \quad (7)$$

Как отмечалось, ω_{t+1} интерпретируется как случайная переменная с математическим ожиданием $M(\omega)$ и дисперсией $D(\omega)$.

В силу неравенства Чебышева получаем:

$$P\{|\omega_{t+1} - M(\omega)| > a\sigma_{\omega}\} < 1/a^2,$$

где a – заданное целое положительное число.

Характеристика a в приведённом выражении является величиной постоянной. Можно предположить, что при прогнозе величина a будет переменной. Это предположение основано на том, что значения ω_{t+1} коррелированы между собой, т.е. будут хоть и мало, но различаться между собой и незначительно отклоняться от $\bar{\omega}$, а эти отклонения будут возрастать по мере удаления влево и вправо от точки t_0 вдоль оси абсцисс [4]. Это означает, что параметр a должен быть функцией отдаленности от l , где $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$. Определяется эта функция $a(l)$ по формуле:

$$a(l) = a \sum_{t=1}^{l+1} C_{n-t+1}^n, l = 0, 1, 2, \dots, (n-1). \quad (8)$$

Находим значения $a(l)$, задав число a в неравенстве Чебышева, равным 4. Для получения доверительных интервалов рассчитываем произведение $a(l)S_{\omega}$. Прогнозируемые значения получим по формуле:

$$\bar{y}_{t+1}^* = \bar{y}_t^* + \omega_{t+1}^*, t = n-l+1, \quad (9)$$

а доверительные интервалы – по формуле:

$$\bar{y}_{t+1}^* - a(l)S_{\omega} \leq \bar{y}_{t+1}^* \leq \bar{y}_{t+1}^* + a(l)S_{\omega}. \quad (10)$$

Результаты всех этих расчётов представлены в таблице 4.

Представим результаты прогнозных значений в табличной форме следующего вида (табл. 5).

Таблица 4

Прогноз динамики основных ресурсов в ТЭК РК на период 2018–2020 гг.

Год	t	$\bar{\omega}$	\bar{y}_t^*	l	a(l)	a(l)S _ω	$\bar{y}_t^* - a(l)S_{\omega}$	$\bar{y}_t^* + a(l)S_{\omega}$
2018	9	-1616,34	109224,7	1	2,39184	8225,498	100999,2	117450,2
2019	10	-1616,34	107608,3	2	3,01632	10373,07	97235,25	117981,4
2020	11	-1616,34	105992,0	3	3,45032	11865,59	94126,39	117857,6

Прогноз динамики основных ресурсов в ТЭК РК на период 2018–2020гг.

Виды экономической деятельности	Расчётные параметры трендовых моделей по видам экономической деятельности			
Добыча угля, включая концентрат угольный, тыс. т	Уравнения		Моменты времени	
	$y_1(t) = 101614,3 + 3450,70t$		t = 1,2,3,4,5	
	$y_2(t) = 94851,20 + 4703,90t$		t = 2,3,4,5,6	
	$y_3(t) = 111212,1 + 1039,30t$		t = 3,4,5,6,7	
	$y_4(t) = 130222,6 - 2422,70t$		t = 4,5,6,7,8	
	Год	Прогноз	Верхний доверительный интервал	Нижний доверительный интервал
	2018	109224,7	117450,2	100999,2
	2019	107608,3	117981,4	97235,25
	2020	105992,0	117857,6	94126,39
	Добыча нефти, включая конденсат газовый, тыс. тонн	Уравнения		Моменты времени
$y_1(t) = 71019,20 + 2068,60t$		t = 1,2,3,4,5		
$y_2(t) = 75389,00 + 1014,80t$		t = 2,3,4,5,6		
$y_3(t) = 78312,80 + 400,80t$		t = 3,4,5,6,7		
$y_4(t) = 80033,40 + 39,70t$		t = 4,5,6,7,8		
Год		Прогноз	Верхний доверительный интервал	Нижний доверительный интервал
2018		80577,59	82467,67	78687,52
2019		80804,19	83187,73	78420,64
2020		81030,78	83757,28	78304,27
Производство электроэнергии тепловыми электростанциями, млн. кВт.ч		Уравнения		Моменты времени
	$y_1(t) = 77936,40 + 504,00t$		t = 1,2,3,4,5	
	$y_2(t) = 72995,80 + 1834,10t$		t = 2,3,4,5,6	
	$y_3(t) = 75713,70 + 896,50t$		t = 3,4,5,6,7	
	$y_4(t) = 89085,80 - 1599,70t$		t = 4,5,6,7,8	
	Год	Прогноз	Верхний доверительный интервал	Нижний доверительный интервал
	2018	74865,12	79547,59	70182,65
	2019	73442,04	79347,05	67537,03
	2020	72018,96	78773,60	65264,32
	Производство тепловой энергии, тыс.Гкал	Уравнения		Моменты времени
$y_1(t) = 90283,90 + 2278,30t$		t = 1,2,3,4,5		
$y_2(t) = 94041,00 + 769,30t$		t = 2,3,4,5,6		
$y_3(t) = 111939,4 - 3474,60t$		t = 3,4,5,6,7		
$y_4(t) = 125547,2 - 5683,30t$		t = 4,5,6,7,8		
Год		Прогноз	Верхний доверительный интервал	Нижний доверительный интервал
2018		75492,78	83025,80	67959,76
2019		70904,76	80404,56	61404,96
2020		66316,74	77183,41	55450,07

Примечание: *таблица составлена на основе расчёта.

На основании рассчитанных показателей и их рекомендуемых значений можно сделать вывод о степени доверия полученных прогнозных моделей. Объём добычи угля зависит от режима работы энергопредприятий и имеет сезонный характер. Снижение спроса на уголь происходит по причине сезонности с целью недопущения складирования больших объёмов угля на складах во избежание эндогенных пожаров и потери качества угля. Данные причины определяют сезонные снижения внутреннего потребления.

Можно предположить, что в условиях наращивания объёмов производства и экспорта про-

дукции нефтегазового комплекса удельный вес сырой нефти и газа в общей структуре топливно-экономического баланса (ТЭБ) в ближайшей перспективе будет увеличиваться.

Казахстан можно отнести к государствам с избыточными энергоресурсами. Энергетика Казахстана является фундаментальной составляющей этой ресурсной базы. Она же представляет собой мощный сектор экономики, создающий основу для интеграции экономической, социальной и экологической составляющих устойчивого развития страны в мировую экономику.

Список литературы

1. Концепция и Стратегия развития устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050. Астана, 2013.
2. Саткалиев А. М. Экономические приоритеты развития энергетики Казахстана // Сегодня и завтра Российской экономики. 2011. № 47. С. 193.
3. Экономико-математические методы и прикладные модели : учеб. пос. / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов и др.; под ред. В. В. Федосеева.-М. : ЮНИТИ, 2000. 391 с.
4. Саткалиев А. М. Экономические приоритеты развития энергетики Казахстана // Сегодня и завтра Российской экономики. 2011. № 47.

Т. Л. Тен, В. Г. Дрозд, Б. Ж. Спанова, А. Л. Те

Ссылка для цитирования:

Тен Т. Л., Дрозд В. Г., Спанова Б. Ж., Те А. Л. Тенденции развития теплоэнергетических ресурсов Казахстана // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 2 (28). С. 56–61.