



METHODOLOGICAL APPROACHES TO SHORT-TERM ENERGY BALANCE

Elena Bykova, Vladimir Berzan
Institute of Power Engineering of ASM

Abstract - Continued growth in demand for energy resources has made the issues of the fuel and energy balance (EB) and its prediction actual. This article describes the methodological approaches and experience in building a short-term forecast of energy balance for Moldova. Energy Balance Sectors include the gross consumption, import, export, production, stock changes, transformation input and output, losses, final consumption by sub-sectors (industrial, household etc). Groups of fuels "Natural Gas", "Electricity" and "Heat" represents one column. Groups "Coal", "Oil" and "Biofuels" include different types of fuels. Determination of the forecast values is based on the known time series. It uses three methodological approaches. Compound Annual Growth Rate (CAGR) is used if the series of values have pronounced change in dynamics. Last Known Value (LKV) is used for series of values with small quantities. Last Known Structure (LKS) is used if the values on the bottom line sector are poorly expressed by the dynamic change, but the structure within sector remains roughly the same proportions. Energy balance forecast is built using the described approaches with algorithm, including Energy balance, Commodity Balance, Prospective Energy Flow Chart. Fuel consumptions trends are analyzed. Forecast quality analysis is performed by comparing of predicted and the actual EB values (for 2014). The difference between them was within 2-11%. The quality of forecasting is satisfactory, and the methodology can be used in the future.

Keywords- fuel, balance, forecast.

ABORDĂRI METODICE ÎN REALIZAREA BALANȚELOR ENERGETICE PE TERMEN SCURT

Elena BÎCOVA, Vladimir BERZAN
Institutul de energetică al AȘM

Rezumat. Creșterea continuă a cererii pentru resurse energetice menține actualele aspecte problematice ale balanțelor combustibil-energetice (BCE) și prognozarea acestora. Scopul acestui articol reprezintă descrierea abordărilor metodologice și experienței în construirea unei prognoze pe termen scurt a BCE pentru Moldova.

Sectoarele BE includ consumul brut, importul, exportul, producția proprie, varierea stocurilor, consumul pentru conversie în alte forme de energie, pierderi, consumul final pentru subsectoare (industrial, rezidențial și altele).

Grupurile "Gaze naturale", "Energie electrică" și "Energie termică" sunt reprezentate într-o coloană. Grupurile "Cărbune", "Produse petroliere" și "Biocombustibili" au subdiviziuni suplimentare după tipuri de combustibili.

Determinarea consumului de combustibili pronosticat se bazează pe șirul anual de timp cunoscut. Concomitent s-au aplicat trei abordări metodologice. Coeficientul complex CAGR de creștere anuală este utilizat pentru șirul de valori ale indicatorilor cu o schimbare pronunțată a dinamicii. Pentru șirul de valori mici este aplicat factorul LKV - Last Known Value ("ultima valoare cunoscută"). În cazul în care valorile de pe linia de totalizare a sectorului sunt slab exprimate de dinamica schimbării, iar structura de distribuție în cadrul sectorului s-a păstrat aproximativ în aceleași proporții, atunci se aplică factorul LKS - Last Known Structure ("ultima structură de distribuție cunoscută").

Prin aplicarea abordărilor de prognozare a BE descrise mai sus, s-a efectuat prognozarea după un anumit algoritm, inclusiv: prognoza pe grupuri de combustibili, prognoza pe tipuri de combustibili în cadrul grupurilor, diagramele fluxurilor de combustibili. S-au determinat tendințele schimbărilor în consumul de combustibili pentru fiecare grup și pentru fiecare sector. Analiza calității pronosticului este efectuată prin compararea valorilor prognozate și valorilor reale a indicatorilor BE (pentru a.l 2014). Diferența dintre ele este reprezentată în limita 2-11%. Calitatea prognozei realizate este satisfăcătoare, iar metodologia poate fi utilizată în viitor.

Cuvinte cheie – Combustibile, prognoză, bilanț.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПОСТРОЕНИИ КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ

Е.В. Быкова, В.П. Берзан
Институт энергетике АН Молдовы

Реферат. Постоянный рост потребности в энергетических ресурсах сделал актуальными вопросы топливно-энергетических балансов (ТЭБ) и их прогнозирования. Целью статьи является описание методических подходов и опыта построения краткосрочного прогноза ТЭБ для Молдовы.

Секторы ТЭБ включают валовое потребление, импорт, экспорт, собственное производство, изменения в запасах, потребление для преобразования в другие виды энергии, потери, конечное потребление по подсекторам (промышленный, бытовой и другие).

Группы «Природный газ», «Электроэнергия» и «Теплоэнергия» представляются одной колонкой. Группы «Угли», «Нефтепродукты» и «Биотоплива» имеют дополнительное разделение по видам топлив.

Определение прогнозируемого потребления топлив осуществляется на основе известного временного ряда. При этом используется три методических подхода. Коэффициент совокупного среднегодового роста CAGR применяется для рядов значений показателей с явно выраженной динамикой изменения. Для рядов значений с малыми величинами применяется LKV - Last Known Value («последнее известное значение»). Если значения по итоговой строке сектора имеют слабо выраженную динамику изменения, а структура распределения внутри сектора сохранилась примерно в тех же пропорциях, то используется LKS – Last Known Structura («последняя известная структура распределения»).

С помощью вышеописанных подходов выполнено прогнозирование ТЭБ по определенному алгоритму, в том числе: прогноз по группам топлив, прогноз по видам топлив внутри групп, потоковые диаграммы. Определены тенденции изменения в потреблении топлив по каждой группе и для каждого сектора. Анализ качества прогноза выполнен путем сравнения спрогнозированных и фактических значений показателей ТЭБ (для 2014). Разница между ними была в пределах 2-11%. Качество построенного прогноза является удовлетворительным, и методология может использоваться в дальнейшем.

Ключевые слова – топливо, баланс, прогноз

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного управления экономикой необходима стабильная работа энергетического сектора, задачей которого является обеспечение топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР) потребителей.

Информация о текущем потреблении и прогноз на ближайшую перспективу позволяет осуществлять планирование мероприятий в энергетической отрасли, а также в отраслях экономики, предусмотреть возможные угрозы и вызовы. Для Молдовы это особенно актуально в связи с малыми ресурсами собственных ТЭР и необходимостью их импортирования на уровне 90% от потребности.

Прогнозы ожидаемого потребления ТЭР осуществляются на основе официальной статистики. Публикации «Топливо-энергетических балансов» (ТЭБ) Национального Бюро статистики в 2013 и 2014 годах осуществлены в формате, близких к формату Евростат. Период охвата составил 5 лет (2010÷2014), что позволяет выполнять краткосрочное прогнозирование на 2 года вперед.

Такой прогноз был впервые построен с использованием рекомендаций, полученных от представителей проекта TA-ESS международной программы INOGATE, целью которой является гармонизация стандартов и статистики.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗОВ ТЭБ

Структура ТЭБ включает: валовое потребление, импорт, экспорт, собственное производство, изменения в запасах, потребление для преобразования в другие виды топлива, потери, конечное потребление (промышленный, транспортный, коммерческий, бытовой, сельскохозяйственный секторы), а также неэнергетическое использование.

Методология включает расчеты, выполняемые снизу вверх, с использованием коэффициентов CAGR, LKV, LKS, суммирования для вычисления *конечного* использования («FINAL CONSUMPTION») и *валового* использования («GROSS CONSUMPTION»). Общие подходы следующие:

1) если в значениях показателя для известного временного ряда (2010-2014) имеются заметные изменения, то ожидаемое потребление для прогнозируемых лет (2015, 2016) экстраполируется с помощью коэффициента совокупного среднегодового роста CAGR (Compound Annual Growth Rate), который рассчитывается по формуле:

$$CAGR = \left[\frac{V}{V_0} \right]^{\frac{1}{(t-t_0)}} - 1 \quad (1)$$

где V- конечное значение показателя;

V₀ - начальное значение показателя;

t-конечный год;

t₀-начальный год;

2) если значение показателя очень мало или встречается только 1-2 раза во временном ряду, используется последнее известное значение LKV (Last Known Value);

3) если в значениях по итоговой строке сектора наблюдались небольшие изменения, а структура распределения внутри сектора сохранилась примерно в тех же пропорциях, то в таком случае, к значениям итоговой строки сектора применяется коэффициент GAGR. Значения же показателей внутри сектора рассчитываются по отдельной специальной формуле, объединяющей CAGR и соотношение показателя в текущий и предыдущий год. Такой расчет обозначается LKS – Last Known Structura (последняя известная структура распределения по подсекторам внутри отдельного сектора). Например, по итоговой строке сектора «Промышленность» изменения для 2010-2014 в целом невелики. К этой строке применяется коэффициент GAGR. Прогнозируемые значения для всех подкатегорий сектора промышленности рассчитываются по отдельной специальной формуле, состоящей из двух сомножителей – коэффициента CAGR и соотношения значений в текущий и предыдущий год для каждой рассматриваемой строки.

4) Решения по использованию того или иного коэффициента принимаются экспертами на основе анализа трендов изменения каждой конкретной позиции (строки) баланса.

Далее в балансе рассчитывается несколько видов сумм:

а) итоговое суммарное потребление по каждому сектору (в зависимости от того, какой коэффициент применен, используются разные формулы – либо прямая сумма, либо CAGR);

б) итоговая сумма *конечного* потребления “FINAL CONSUMPTION” (FEC) по всем секторам совместно (для промышленного, транспортного, бытового, коммерческого, сельскохозяйственного секторов, прочего и неэнергетического использования).

в) итоговое общее *валовое* потребление „GROSS CONSUMPTION”(GC) включает значения потребленных топлив по итоговым строкам („FINAL CONSUMPTION”, «Transformation, Input» (TI), «Transformation, Output» (TO), «Losses») как сумму следующих слагаемых: конечное потребление плюс потребление на преобразование первичных топлив для производства вторичных видов энергии за вычетом произведенной вторичной энергии плюс потери.

Оба вида итоговых сумм можно выразить формулами, в которых часть слагаемых входят со знаком «минус»:

$FEC = Consumption(Industry) + Consumption(Transport) + Consumption(Other Sectors) + Non Energy USE;$ (2)

$GC = FEC + TI - TO + Losses;$ (3)

Значение для «GROSS CONSUMPTION» также может быть найдено и из верхней части таблицы по формуле:

$GC = Primary Production + From other sources + Import-Export - International Bunkers + Stock Changes$ (4)

Таким образом, построение краткосрочного прогноза можно разделить на несколько этапов.

ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЭБ

Первым этапом является анализ ретроспективной динамики потребления топлив по группам (нефтепродукты, газ, угли, биотоплива, электроэнергия, теплоэнергия).

Баланс по *группам* топлив в английском варианте называется «энергетический баланс», а баланс по *видам* топлив внутри групп называется «балансом энергетических продуктов».

Группы «Природный газ», «Электроэнергия» и «Теплоэнергия» представляются одной колонкой. Группы «Угли», «Нефтепродукты» и «Биотоплива» имеют разделение по видам топлив.

Группа «Угли» включает антрацит, бурый, прочий битуминозный уголь, кокс. Группа «Нефтепродукты» разделяется на бензин, дизельное топливо, LPG, мазут, масла, керосин, битум и некоторые другие. Группа «Биотоплива» включает древесину, древесные и сельскохозяйственные отходы, пеллеты и брикеты, биогаз, жидкие биотоплива и др.

Анализ изменения количеств потребленных топлив по каждой группе проводится с целью определения, какой из коэффициентов следует применять. Анализ динамики может быть проведен разными способами - по таблицам, с построением графиков и диаграмм для визуализации, с описанием трендов, проверок для

выявления возможных ошибок записи, например, из-за смещения строк, попадания значения в другую ячейку, пропуска слагаемого в сумме и т.д.

Вторым этапом является анализ возможных структурных изменений в энергетике для выявления случаев скачкообразного качественного изменения в трендах в ближайшие 2 года. Если их не ожидается, то прогноз является продолжением имеющихся трендов с определенной «скоростью», которая вычисляется с помощью экстраполяционных коэффициентов CAGR на *третьем* этапе. В результате вычислений строятся таблицы ТЭБ отдельно для каждой группы топлив с дополнительными столбцами для прогнозируемых лет. Этапы 1-3 определяют 1 часть работы по построению прогноза.

Следующим *четвертым* этапом является расчет количеств каждого вида топлива внутри групп на основе средних процентов распределения для известного временного ряда 2010-2014 гг.

Заключительным этапом является построение диаграммы потоков топлив и энергии для каждого прогнозируемого года и расчет ряда макроэкономических показателей, связанных с топливом, таких как - энергоёмкость ВВП, электроёмкость ВВП и некоторых других.

Если прогноз строится несколько лет подряд, то при публикации ТЭБ за ранее прогнозированный год, можно проанализировать степень расхождения фактических и спрогнозированных значений, и в дальнейшем наработать определенный опыт в выборе коэффициентов при вычислениях на этапе 3.

Для Республики Молдова были построены прогнозы по описанной методологии два раза – для 2014-2015 (в 2014) и для 2016-2016 (в 2015).

Сравнение спрогнозированных значений для 2014 года с фактом потребления по опубликованному изданию ТЭБ за 2014 показало, что расхождение имели следующие величины (для позиции «валовое потребление»):

- по газу – (+5,8%);

- по нефтепродуктам – (+2%);

- по биомассе – (-11%);

- по электроэнергии – (-3,8%).

Наибольшее расхождение было по углю (-50%), но это объясняется выявленной ошибкой при выполнении расчетов на этапе 3.

Динамические тренды изменения потребления по группам топлив с включением точек для прогнозируемых лет отображаются графиками и сопровождаются описаниями, которые имеют выводы о характере полученных зависимостей.

Далее для примера приведена таблица построения прогнозов для 2015 и 2016 для группы «Угли». Заметим, что на текущий момент (сентябрь 2016) издан ТЭБ только за 2014 год, и данные для 2015 года являются прогнозными, несмотря на то, что год уже завершен. Фактические данные за 2015 обрабатываются в Национальном бюро статистики, и по их итогам в ноябре 2016 ожидается публикация ТЭБ за 2015 год. Отставание в целом составляет 2 года.

БАЛАНСЫ ПО ГРУППАМ ТОПЛИВ

Баланс по группе «Угли» приведен в таблице 1. Анализ выполнен по итоговым строкам разделов ТЭБ. Рассмотрение проводится снизу вверх.

1. Первый большой раздел – «FINAL CONSUMPTION». В нем имеются секторы «Промышленность», «Транспорт», «Прочее», «Неэнергетическое сжигание». Значения имеются в строках только для двух секторов - «Промышленность» и «Прочее».

2. Для строк сектора «Прочее»:

А) позиция «Коммерческий/институциональный подсектор» имеет динамику заметного снижения с 28 составляющих.

Таблица 1. Таблица ТЭБ с колонками для прогнозируемых лет для группы «Угли»

SUPPLY AND CONSUMPTION	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (f)	2016 (f)	CAGR 2010- 2014	Method
Primary Production	-	-	-	-	-	-	-		INFERENCE
From other sources	-	-	-	-	-	-	-		
Imports	113	125	113	156	88	91	87		
Exports	-	-	-	-	-	-	-		
International bunkers	-	-	-	-	-	-	-		
Stock changes	3	-5	3	-6	7	-	-		
Gross consumption	116	120	116	150	95	91	87		INFERENCE
TRANSFORMATION, INPUT	2	2	2	8	2	2	2		SUMMATION
Electricity plants	-	-	-	-	-	-	-		LKV
Main activity producer combined heat and power (CHP) plants	-	-	-	-	-	-	-		
Autoproducer combined heat and power (CHP) plants	-	-	-	-	-	-	-		
Main activity producer heat plants	-	-	-	-	-	-	-		
Autoproducer heat plants	2	2	2	8	2	2	2		
Oil refineries	-	-	-	-	-	-	-		
Petrochemical plants	-	-	-	-	-	-	-		
Liquefaction plants	-	-	-	-	-	-	-		
Charcoal production plants	-	-	-	-	-	-	-		
Not elsewhere specified - transformation	-	-	-	-	-	-	-		
TRANSFORMATION, OUTPUT	-	-	-	-	-	-	-		
Electricity plants	-	-	-	-	-	-	-		LKV
Main activity producer combined heat and power (CHP) plants	-	-	-	-	-	-	-		
Autoproducer combined heat and power (CHP) plants	-	-	-	-	-	-	-		
Main activity producer heat plants	-	-	-	-	-	-	-		
Autoproducer heat plants	-	-	-	-	-	-	-		
Oil refineries	-	-	-	-	-	-	-		
Petrochemical plants	-	-	-	-	-	-	-		
Liquefaction plants	-	-	-	-	-	-	-		
Charcoal production plants	-	-	-	-	-	-	-		
Not elsewhere specified — transformation	-	-	-	-	-	-	-		
Energy sector	-	-	-	-	-	-	-		LKV
LOSSES	1	1	-	-	-	-	-		LKV
FINAL CONSUMPTION	113	117	114	142	93	89	85		SUMMATION
INDUSTRY	33	42	31	55	33	33	33		SUMMATION
Iron and steel	-	-	-	-	-	-	-		CAGR
Chemical and petrochem.	-	-	-	-	-	-	-		
Non-metallic minerals	31	40	29	53	30	30	30	-0,8	
Transport equipment	-	-	-	-	-	-	-		
Machinery	-	-	-	-	-	-	-		
Mining and quarrying	-	-	-	-	-	-	-		
Food and tobacco	2	2	2	2	3	3	3		LKV
Paper, pulp and print	-	-	-	-	-	-	-		LKV
Wood and wood products	-	-	-	-	-	-	-		
Construction	-	-	-	-	-	-	-		
Textile and leather	-	-	-	-	-	-	-		
Not elsewhere specified	-	-	-	-	-	-	-		
TRANSPORT	-	-	-	-	-	-	-		
Domestic aviation	-	-	-	-	-	-	-		LKV
Road	-	-	-	-	-	-	-		
Rail	-	-	-	-	-	-	-		
Pipeline transport	-	-	-	-	-	-	-		

до 18 тыс. тут н.э.. Для такого случая применяется коэффициент CAGR. Его подсчет показал величину (-10,5%). Расчет значений для 2015 и 2016 выполнен с учетом найденного экстраполяционного коэффициента и дает значения 16 и 14 тыс. тут н.э.

Б) позиция «Бытовой подсектор» имеет динамику заметного снижения потребления с 52 (2010) до 42(2014) тыс. тут н.э. Также применен коэффициент CAGR, который равен (-5,2%). Прогнозируемые величины потребления составили: для 2015 – 40 тыс. тут н.э., для 2016 - 38 тыс. тут н.э.

В) позиция Итоговая по сектору «Прочие» определяется как сумма всех найденных составляющих.

Domestic navigation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Non-specified	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OTHER	80	75	83	87	60	56	52			SUMMATION
Residential	52	47	59	61	42	40	38	-5,2		CAGR
Comm. and public services	28	28	24	26	18	16	14	-10,5		CAGR
Agriculture/forestry	-	-	-	-	-	-	-			
Not elsewhere specified	-	-	-	-	-	-	-			
NON-ENERGY USE	-	-	-	-	-	-	-			
Statistical differences	-	-	-	-	-	-	-			

3. Для сектора «Промышленность» имеется всего две строки с данными – для позиций «Неметаллические минералы» и «Пищевая промышленность», для которых значения для начального и конечного года практически не изменились. Для первой позиции применен коэффициент CAGR (хотя крайние значения почти одинаковы, но во временном ряду наблюдались значительные колебания). Для второй позиции применяется LKV ввиду того, что значения в ряду небольшие по величине и мало изменяются за исследуемый период. Итоговые значения по сектору «Промышленность» определяются как сумма значений по этим позициям, так как во всех остальных строках значений нет.

4. Для итоговой строки *конечного* потребления «FINAL CONSUMPTION» значения найдены как сумма всех нижерасположенных итоговых строк (со значениями их всего две – «Промышленность» и «Прочие»).

5. Вторым большим разделом является «Преобразование в другие виды энергии». Он разделяется на две части: «TRANSFORMATION, INPUT» и «TRANSFORMATION, OUTPUT». Значения имеются только в первой части для строки «Autoproducer heat plants». Ряд для всех лет включает одно и то же значение – 2 тыс. тут н.э., кроме 2013, в котором указано 8 тыс. тут н.э. Это значение сильно отличается от всех предыдущих, и необходимо выяснить, не ошибочно ли оно. Поэтому оно «игнорируется». Так как значения для всех остальных лет одни и те же, то применяется LKV. Итоговая строка по «TRANSFORMATION, INPUT» определяется как сумма всех нижерасположенных строк в разделе (2 тыс. тут н.э.).

6. Третьим большим разделом является вычисление валового потребления «GROSS CONSUMPTION» по формуле (3). Эту же величину можно вычислить по

самой верхней части таблицы по другой формуле (4). В данной группе топлив (угли) это не требуется, но можно выполнить перепроверку. Ключевая интересующая строка – это строка «Импорт». Величина импорта должна быть такой, чтобы обеспечить прогнозируемое значение по строке «GROSS CONSUMPTION». В связи с этим, в строке «Импорт» проставлены такие же значения, как и полученные прогнозируемые для «GROSS CONSUMPTION».

Анализ потребления угля с учетом построенного прогноза позволяет видеть следующую динамику (рис.1):

-Общее *валовое* потребление угля «GROSS CONSUMPTION» снизилось с 116 (2010) до 95(2014), и ожидается на уровне 91(2015) и 87(2016) тыс. тут н.э.;

-Общее *конечное* потребление угля «FINAL CONSUMPTION» также снизилось с 113 (2010) до 93(2014), и в перспективе составит 89(2015) и 85(2016) тыс. тут н.э.;

-*Наибольшее конечное* потребление угля было в секторах «Промышленность» и «Прочие», в том числе:

-в промышленном секторе -33 (2010), 33(2014) тыс. тут н.э., и ожидается сохранение на таком же уровне в прогнозируемый период;

- в бытовом секторе потребление уменьшилось с 52 (2010) до 42(2014) тыс. тут н.э., и в перспективе ожидается дальнейшее небольшое снижение до 40(2015) и 38(2016) тыс. тут н.э.;

-общий *импорт* угля необходим на уровне примерно 90 тыс. тут н.э. ежегодно.

Для каждой итоговой строки разделов (секторов) ТЭБ по группе «Угли» построены графики. На них заметно, что точка 2013 года «выпадает» из общего ряда значений.

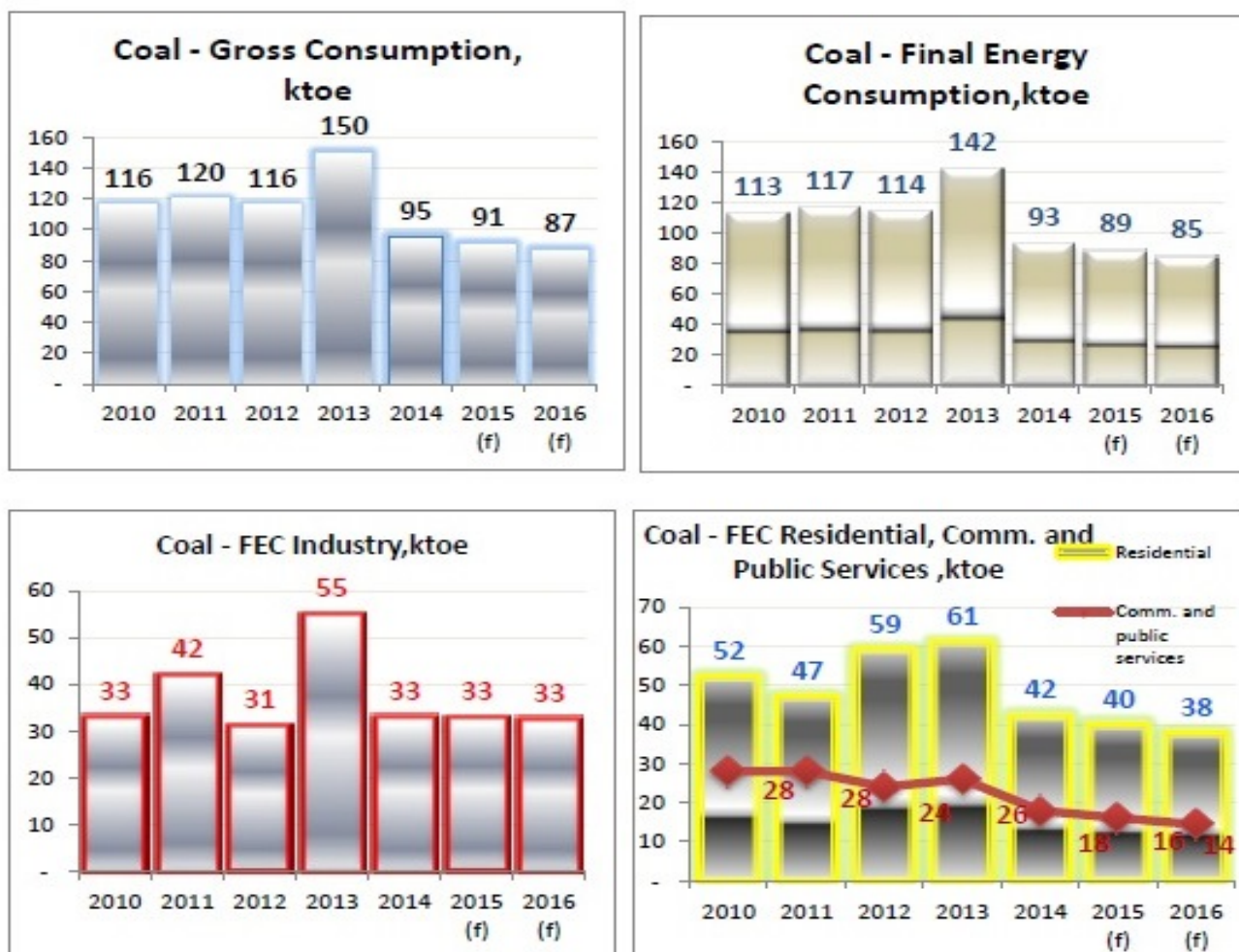


Рис. 1. Диаграммы изменения потребления угля по всем разделам ТЭБ (валовое и конечное использование, потребление в промышленном, бытовом и коммерческом/институциональном секторах)

В статистических изданиях Международного энергетического агентства и Евростат для стран рассматриваются все разделы ТЭБ по отдельности. Но основных итоговых строк можно выделить две: «GROSS CONSUMPTION» (валовое потребление ТЭР) и «FINAL CONSUMPTION» (конечное потребление ТЭР). Более обобщенным показателем является валовое потребление, так как показывает общие затраты топлив в стране. Для обеих итоговых сумм строятся столбиковые диаграммы распределения по подсекторам для каждой группы топлив. Примеры таких диаграмм для «FINAL CONSUMPTION» приведены на рис.2-3.

Разделение по группам топлив для периода 2010 - 2016 (прогноз) в общей структуре конечного потребления имеет следующие тенденции:
 -уголь-снижение с 113 до 85 тыс. тут н.э. или с 6 до 4%;
 -природный газ-снижение с 456 до 354 тыс. тут н.э. или с 23 до 17%;

-нефтепродукты - рост с 749 до 815 тыс. тут н.э. или с 37 до 38%;
 -биотоплива -рост с 166 до 350 тыс. тут н.э. или с 8 до 16%;
 -электроэнергия -рост с 282 до 331 тыс. тут н.э. или с 14 до 16%;
 -теплоэнергия (от централизованных источников) - снижение с 240 до 199 тыс. тут н.э. или с 12 до 9%;

Распределение по секторам для периода 2010 - 2016(прогноз) в общей структуре конечного потребления имеет следующие тенденции:

-промышленность-рост с 227 до 288 тыс. тут н.э. или с 11 до 13%;
 -транспорт - небольшое снижение с 592 до 582 тыс. тут н.э. или с 29 до 27%;
 -бытовой сектор - рост с 808 до 924 тыс. тут н.э. или с 40 до 43%;
 -коммерческий/институциональный сектор – снижение с 276 до 244 тыс. тут н.э. или с 14 до 11%;
 -сельскохозяйственный сектор – снижение с 4 до 3%;

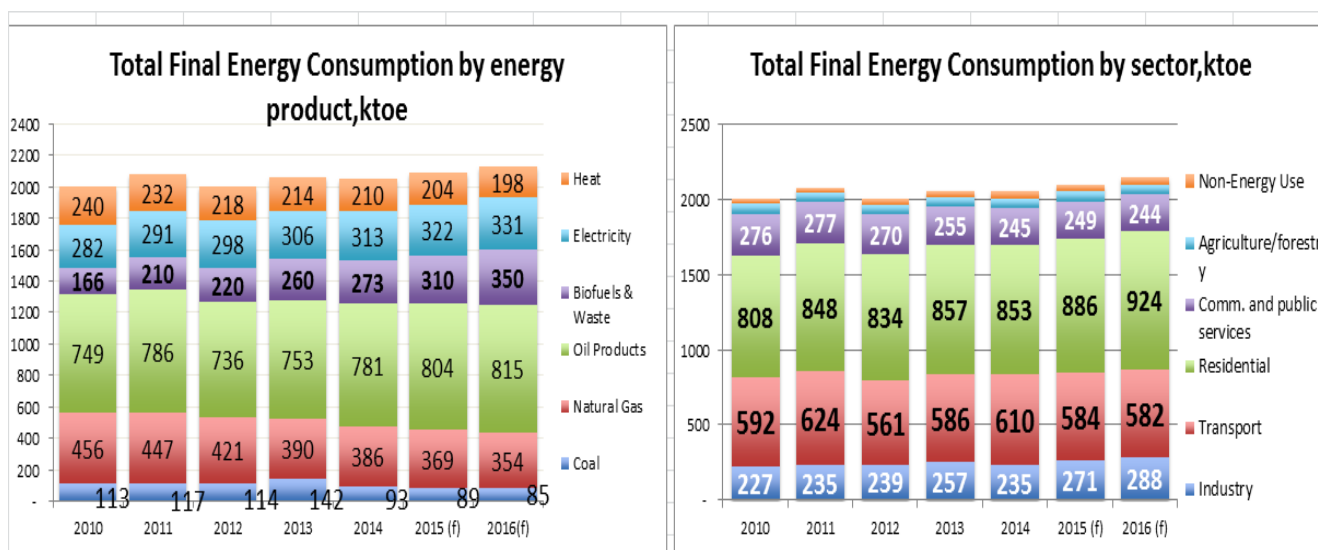


Рис. 2 Общее конечное потребление с распределением по группам топлив (слева) и по секторам (справа), тыс. тут н.э.

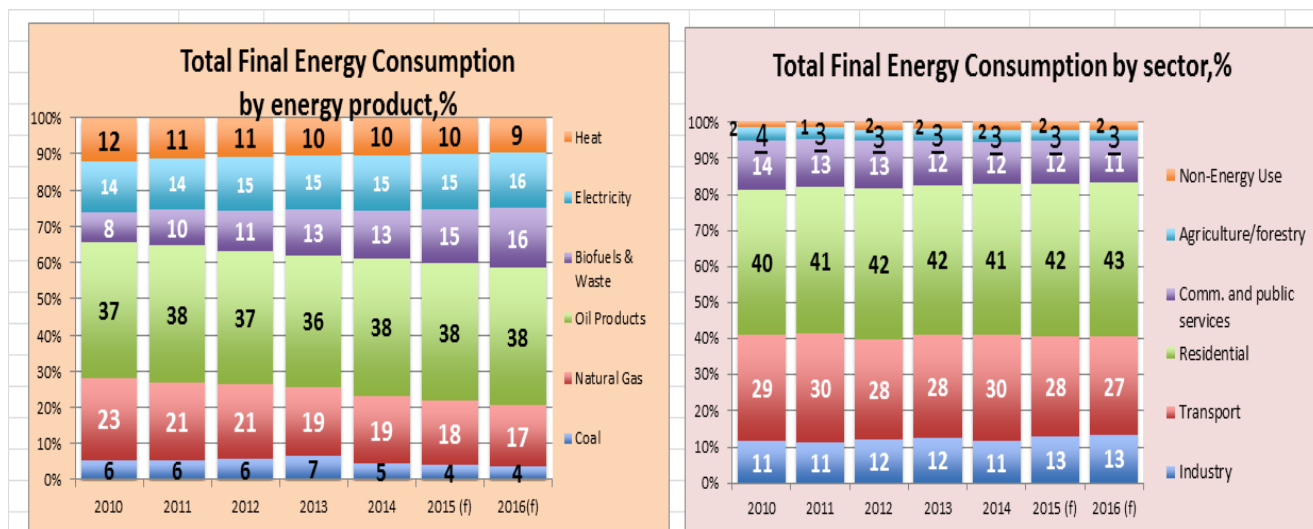


Рис. 3 Общее конечное потребление с распределением по группам топлив (слева) и по секторам (справа), %

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ТРЕНДОВ ДЛЯ 2015 И 2016 ГГ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ВЫВОДЫ

Таблица 2 представляет данные для анализа полученных трендов по строке «Импорт». Для РМ эта позиция особенно важна в связи с малыми запасами собственных ТЭР.

Таблица 2. Данные по потреблению угля по строке «Импорт» (факт и прогноз), тыс тут н.э.

Топливо	Позиция	Год	Значение, тыс тут н.э.		Вывод
			факт	прогноз	
уголь	Импорт	2010	113		
		2014	88		
		2015		91	Сохранится примерно на том же уровне
		2016		87	

Анализ динамики изменения значений таблицы 2 позволяет сделать качественный вывод об ожидаемых объемах импорта угля в прогнозируемые годы, а именно: «при сохранении тех же экономических реалий, требуемые объемы импорта угля в последующие 2 года останутся на том же

уровне (порядка 90 тыс. тут н.э. в год)». Аналогичный анализ можно проводить для каждого раздела и каждой строки ТЭБ. Такими выводами завершается первая часть работы по прогнозированию по группам топлив (этапы 1-3).

БАЛАНСЫ ПО ВИДАМ ТОПЛИВ

Вторая часть включает построение прогнозов по потреблению каждого вида топлива внутри групп. Для группы «угли» необходимо найти ожидаемые количества потребления антрацита, бурого угля, прочего битуминозного угля, если на предыдущем этапе установлено, что ожидаемый объем в 2015 году составит 91 тыс. тут н.э., в 2016- 86 тыс. тут н.э. В эту группу также входит кокс специальной отдельной позицией. Он является вторичным энергетическим ресурсом. Проведение последующих вычислений осложняется необходимостью иметь в Экселе значения потребленных топлив каждого вида и для каждого года всего временного ряда. В публикуемых ТЭБ формата Евростат они приведены только в pdf-варианте и в натуральных единицах, представляя собой матрицу размерностью примерно 70*40 только для одного года. Подготовка в Эксель –

формате первичных таблиц с топливами требует значительных усилий.

На основе спрогнозированных на предыдущих этапах значений для группы «Угли» далее строятся таблицы с указанием всех видов угля. В них выполняются расчеты среднесрочных значений для каждой строки, а также расчеты возможного потребления каждого вида угля для прогнозируемых лет (таблица -фрагмент). Особенностью для углей является то, что кокс следует заранее отделить из общей суммы по группе, а оставшееся количество уже разделять дальше.

Для каждой группы (газ, нефтепродукты, электроэнергия, теплоэнергия, биотоплива) имеются свои тонкости при подсчете, но здесь приведено описание только для углей, рассматриваемых в качестве примера.

68	Доли каждого вида топлива внутри групп																
	Группа углей						Группа нефтепродуктов										
	в т.ч., по видам						в том числе, по видам:										
69	кокс вычитается из общей суммы перед распределением по видам углей																
70	всего, угли		в т.ч., по видам				всего, нефтепродукты										
71	тыс тонн	тыс тонн	тыс тонн	тыс тонн	тыс тонн	ТДж	тыс тонн	тыс тонн									
72	Coal	Уголь, б	Anthracit	Other bit	Coke o	natural ga	Oil produ	Oil	LPG	Motor ga	Fuel for j	Gas/dies	Lubricam	Bitumen	Fuel oil	Of which O	
73																	
74	Primary Production	0				100	100,0	34,5	0,0	0,0	0,0	3,4	3,4	0,0	55,2	51,7	
75	From other sources	0				#ДЕЛ/0!											
76	Imports	100,00	99,10	87,3	12,7	0,9	100	100,0	0,1	11,4	20,5	2,7	57,6	1,1	4,7	1,8	0,0
77	Exports	0					100	0,0	35,3	0,0	0,0	17,6	5,9	0,0	38,2	38,2	
78	International bunkers	0					100	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
79	Stock changes	100,00	99,10	-66,7	166,7	0,9	100	100,0	0,0	0,0	0,0	-350,0	0,0	400,0	50,0	0,0	
80	Gross consumption	100,00	99,10	92,8	7,2	0,9	100	100,0	1,4	9,7	20,9	1,7	57,1	1,0	5,8	2,3	0,3
81	TRANSFORMATION, INPUT	100,00	99,10	78,6	21,4	0,9	100	100,0	28,6	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	48,6	5,7
82	Electricity plants	0					100	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
83	Main activity producer combined heat and power (CHP) plants	0					100										
84	Autoproducer combined heat and power (CHP) plants	100,00	99,10	78,6	21,4	0,9	100	100,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	93,3	0,0	
85	Main activity producer heat plants	0					#ДЕЛ/0!										
86	Autoproducer heat plants	0					#ДЕЛ/0!										
87	Oil refineries	0					100	100,0	52,6	0,0	0,0	0,0	31,6	0,0	0,0	15,8	10,5
88	Petrochemical plants	0					#ДЕЛ/0!										
89	Liquefaction plants	0					#ДЕЛ/0!										
90	Charcoal production plants	0					#ДЕЛ/0!										
91	Not elsewhere specified - transformation	0					#ДЕЛ/0!										
92	TRANSFORMATION, OUTPUT	0					#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	
93	Electricity plants	0					#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	

Рис. 4. Фрагмент результирующей таблицы распределения по видам топлива

ДИАГРАММЫ ПОТОКОВ ТОПЛИВА И ЭНЕРГИИ

Потоковая диаграмма позволяет визуализировать движение ТЭР от импорта в страну до конечного потребления по каждой позиции ТЭБ. Каждая группа топлив выделяется отдельным цветом, что позволяет наблюдать ее объемы потребления по секторам ТЭБ. Каждый сектор ТЭБ также выделен отдельной областью. Чтение и анализ информации по диаграмме можно вести слева направо. Например, для 2016 года по диаграмме можно получить такую информацию о потреблении угля (в тыс. тут н.э.):

- Первичное поступление (импорт) - 87;
- Затрачено на преобразование во вторичную энергию- 2;
- Затрачено на прямое использование -85;
- Потери составили-0;

Конечное потребление имело место только в трех секторах, а именно: в промышленном секторе -33, в бытовом секторе-38, в коммерческом/институциональном секторе-14.

АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В ПРОГНОЗЕ БАЛАНСА

Краткосрочный прогноз ТЭБ фокусируется на возможных тенденциях и не является инструментом для анализа форс-мажорных стрессовых ситуаций, которые трудно или невозможно предугадать (кризисы, социальные протесты, военные действия, экстремальные погодные условия, ценовые всплески и т.д.).

Точность получаемого прогноза зависит от двух параметров - качества первичных документов (ТЭБ) и качества прогнозов по экономической ситуации в стране.

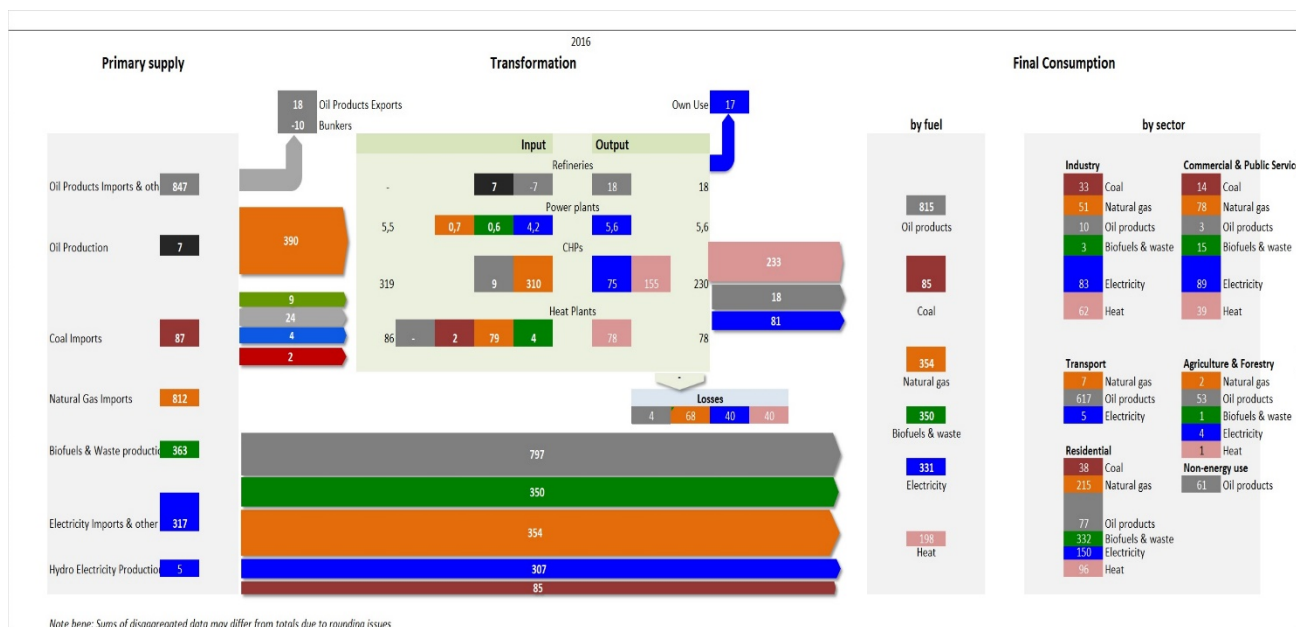


Рис. 5. Пример диаграммы ожидаемых потоков ТЭР в 2016 году

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА ДЛЯ 2014 ГОДА, ВЫПОЛНЕННОГО В ПРЕДЫДУЩЕМ ЦИКЛЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Сравнение прогноза ТЭБ для 2014 года, сделанного в 2014 году в рамках проекта INOGATE, с реальным ТЭБ за 2014 год, приведено в таблице 3. Рассмотрены позиции «Импорт», «Валовое потребление», «Конечное потребление» для всех групп топлив.

Таблица 3. Спрогнозированные и фактические значения потребления топлив для 2014 года по ряду позиций (валовое потребление, конечное потребление, импорт), тыс. тут н.э.

Топливо	Позиция	Прогноз-2014	Факт-2014	Расхождения, %
уголь	импорт	163	101	-51,4
	валовое потребление	163	108	-50,9
	конечное потребление	155	106	-46,2
газ	импорт	801	851	+5,9
	валовое потребление	801	850	+5,8
	конечное потребление	349	386	+9,6
нефтепродукты	импорт	834	799	-4,4
	валовое потребление	779	795	+2
	конечное потребление	756	731	+3,2
биомасса	импорт	0	0	0
	валовое потребление	310	278	-11,5
	конечное потребление	303	273	-11
электроэнергия	Импорт из Украины + из других источников (от Молдавской ГРЭС)	138(от Молдавской ГРЭС) +163 (из Украины)	224(от Молдавской ГРЭС) +63(из Украины)	38(от Молдавской ГРЭС) +(-58,7(из Украины))
	валовое потребление	303	292	-3,8
	конечное потребление	310	313	+1
теплоэнергия	импорт	-	-	-
	валовое потребление	-	-	-
	конечное потребление	224	210	-6,7

Расхождения фактических данных для 2014 и спрогнозированных ранее для этого года не превысили 11% по всем группам топлив. Исключение

составила группа «Угли», для которых прогноз оказался значительно завышенным. Ошибка была связана с тем, что «выпадающее» значение 2013 года

было принято во внимание, хотя причины резкого роста выявлены не были. В таких случаях значение следует считать случайным и исключать из рассмотрения. В прогнозе, выполненном для 2015-2016 и описанном в данной статье, эта ошибка исправлена, и спрогнозированные значения по углям показывают более адекватные величины.

В целом построенный прогноз ТЭБ для 2014 года оказался вполне удовлетворительным, и примененная методика может быть использована и далее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построенный прогноз на краткосрочный период для 2015 и 2016 года показал следующую ожидаемую динамику изменения валового потребления по группам топлив, а именно:

уголь - потребление сохранится примерно на том же уровне (100-108 тыс. тонн);

газ - ожидается небольшой тренд снижения на 20 тыс. тун н.э. (на 24 млн м³ в год);

нефтепродукты - небольшой тренд роста на 20 тыс. тун н.э. (на 18 тыс. тонн в год);

биотоплива - тренд роста (на 30 тыс. тун н.э. или на 150 тыс. плотных м³);

электроэнергия - небольшой тренд роста на 10 тыс. тун н.э. или на 100 тыс. кВт*ч в год;

теплоэнергия (централизованная) - производство (и, соответственно, потребление) сохранится примерно на том же уровне (230-240 тыс. тун н.э.).

Описанная методология выполнения краткосрочных прогнозов ТЭБ позволяет выполнять детальный анализ топливных потоков в стране, практический

опыт ее применения дал положительные результаты, в связи с чем может быть рекомендован для использования в дальнейшем в Республике Молдова и в других странах.

ЛИТЕРАТУРА

[1].Топливо-энергетический баланс за 2013 год Национального Бюро статистики

[2].Топливо-энергетический баланс за 2014 год Национального Бюро статистики

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Быкова Е.В., вед. н.с., к.т.н. Институт энергетики, АНМ. Профессиональные интересы находятся в области исследования и анализа общих проблем энергетики, методологии расчета и мониторинга индикаторов энергетической безопасности страны (региона); топливо-энергетических балансов и их

прогнозирования; в области применения современных технологий производства электрической и тепловой энергии; изменения климата. elena-bicova@mail.ru



Берзан В.П., д.т.н, заместитель директора Института энергетики, АНМ. Профессиональные интересы касаются вопросов общей энергетики, применения новых технических решений в энергетике, возобновляемой энергетики, энергетической и экономической безопасности, аспектов воздействия энергетики на окружающую среду;

топливно-энергетических балансов и их прогнозирования; berzan@ie.asm.md