

УДК 620.311

КРАТКОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Быкова Е.В*Институт энергетики АН Молдовы, Кишинев, Республика Молдова*

АННОТАЦИЯ

Республика Молдова (РМ) имеет собственные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) в небольшом объеме от потребности, и импортирует более 90% топлив. Вопросы обеспечения и повышения энергетической безопасности являются предметом особого внимания в стране.

Исследования в области Энергетической безопасности касаются вопросов разработки методологии, выявления взаимосвязей-индикаторов, влияния различных факторов, моделирования кризисных ситуаций, прогнозирования.

Реализация методических подходов осуществлена

в вычислительном комплексе, одним из модулей которого является модуль «Прогнозирование».

Мониторинг индикаторов энергетической безопасности осуществляется на основе ежегодно пополняемой базы данных для расчета 46 индикаторов. Обобщенный интегральный уровень энергетической безопасности определяется для каждого года. Диаграммы топливных потоков, полученные при краткосрочном прогнозе, позволяют выполнить дальнейшее энергетическое планирование с целью обеспечения энергетической безопасности.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы обеспечения топливными ресурсами является одной из главных задач энергетической безопасности страны. Основной целью проводимых исследований является создание математической базы для анализа и мониторинга энергетической безопасности и предупреждения угроз, рисков в энергетике, вызываемых различными внутренними и внешними фак-

торами. Целью данной работы является описание методологии построения краткосрочных прогнозов топливно-энергетических балансов (КСП ТЭБ), для которых разработан новый модуль в составе вычислительного комплекса для анализа и мониторинга показателей энергетической безопасности

МЕТОДОЛОГИЯ

Система индикаторов для анализа энергетической безопасности построена по блочному принципу. В блоках сгруппированы показатели, которые отражают этапы энергоснабжения потребителей: топливообеспечение (импортируемые и собственные ТЭР), производство электро- и теплоэнергии, транспорт и распределение электроэнергии, импорт электроэнергии, потребление электро- и теплоэнергии. Реализация методических подходов осуществлена в вычислительном комплексе, одним из модулей которого является модуль «Прогнозирование». Модуль позволяет выполнять 2 вида прогнозов: 1) среднесрочные прогнозы значений индикаторов; 2) краткосрочные прогнозы ТЭБ;

Краткосрочный прогноз ТЭБ включает составление матрицы значений по всем компонентам структуры (добыча, импорт, экспорт, запасы, преобразование в другие виды энергии, потери, конечное использование в отраслях экономики - промышленность,

сельское хозяйство, транспорт, бытовой сектор и прочее).

Основной метод исследования энергетической безопасности – это индикативный анализ. Он включает выбор (или разработку) индикаторов, отражающих или описывающих объект, их мониторинг и анализ, определение итогового уровня для всей системы.

Объектом анализа является энергетический сектор страны (электроэнергетический, теплоэнергетический, топливный секторы), также учитывается ряд экономических и экологических показателей. Для анализа деятельности энергетического комплекса сформирована система индикаторов (46 индикаторов).

Мониторинг индикаторов проводится ежегодно. Он включает пополнение базы первичных данных для расчета индикаторов, расчеты их значений, определение обобщенной итоговой оценки уровня энергетической безопасности, сценарии изменения отдельных индикаторов, осуществляется прогнозирование

значений индикаторов на среднесрочный период, выявляются наиболее кризисные индикаторы, разрабатываются мероприятия по устранению нарастающих угроз.

Мониторинг выполняется с помощью специального программного обеспечения для анализа энергетической безопасности, который разрабатывается в Институте энергетики Молдовы и включает ряд расчетных модулей.

Построение краткосрочного прогноза топливно-энергетического баланса (КСП ТЭБ) осуществляется в новом дополнительном модуле софта (в составе вычислительного комплекса по энергетической безопасности). Он реализован в Excel и включает набор связанных таблиц.

Структура ТЭБ включает данные о добыче, импорте, экспорте, запасах на начало и конец года, потреблению топлив по секторам экономики, потери, а также данные о количестве топлива, использованного для преобразования в другие виды энергии «Transformation Input (TI) and Transformation Output (TO)».

КСП ТЭБ включает две части - качественный и количественный анализ. *Качественный анализ* включает исследование текущей ситуации в энергетическом секторе и планируемые изменения в структуре (например, появление новых генерирующих источников и возможный рост потребления топлив).

Количественный анализ включает расчеты значений для двух прогнозируемых лет на основе ретроспективного ряда 5-7 лет. Изменения за исследуемый период могут иметь разный характер: малые, большие, скачкообразные, постоянные, близкие к одному и тому же значению, мало изменяемые и т.д.

Расчеты для прогнозируемых лет выполняются для каждой строки ТЭБ отдельно. Способ вычисления прогнозируемых значений выбирается в зависимости от наблюдаемого тренда.

Коэффициент CAGR (Compound Annual Growth Rate) используется для функции равномерного роста или падения.

Коэффициент LKV (Last Know Value) используется для ряда с мало меняющимися значениями или значениями для отдельных лет.

LKS (Last Known Structure) используется для слу-

чая, когда по итоговой строке по сектору изменения были небольшими (например, в разделе «Транспорт»), а структура сектора сохранилась неизменной. Коэффициент CAGR применяется только к итоговой строке раздела. Значения для строк внутри сектора рассчитываются по отдельной формуле. Она включает произведение двух множителей - CAGR и соотношения значений показателя в текущий и предыдущий год.

В КСП ТЭБ имеются итоговые строки по каждому сектору, а также две обобщающие итоговые строки «Конечное» («Final Consumption»-FEC) и «Валовое» потребление («Gross Consumption»-GC). Они рассчитываются с учетом потерь («Losses») и неэнергетического использования («Non Energy Use») с применением следующих формул:

$$FEC = \text{Consumption (Industry)} + \text{Consumption (Transport)} + \text{Consumption (Other Sectors)} + \text{Non Energy Use}, \quad (1)$$

$$GC = FEC + TI - TO + \text{Losses}, \quad (2)$$

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

$$GC = \text{Primary Production} + \text{From other sources} + \text{Import-Export- International Bunkers} + \text{Stock Changes} \quad (3)$$

Расчеты прогнозируемых значений осуществляются для всех топлив, которые разделяются на большие группы - «нефтепродукты», «биотоплива», «угли», «природный газ», «электрическая энергия» и «тепловая энергия». Три последние группы имеют значения в одной колонке.

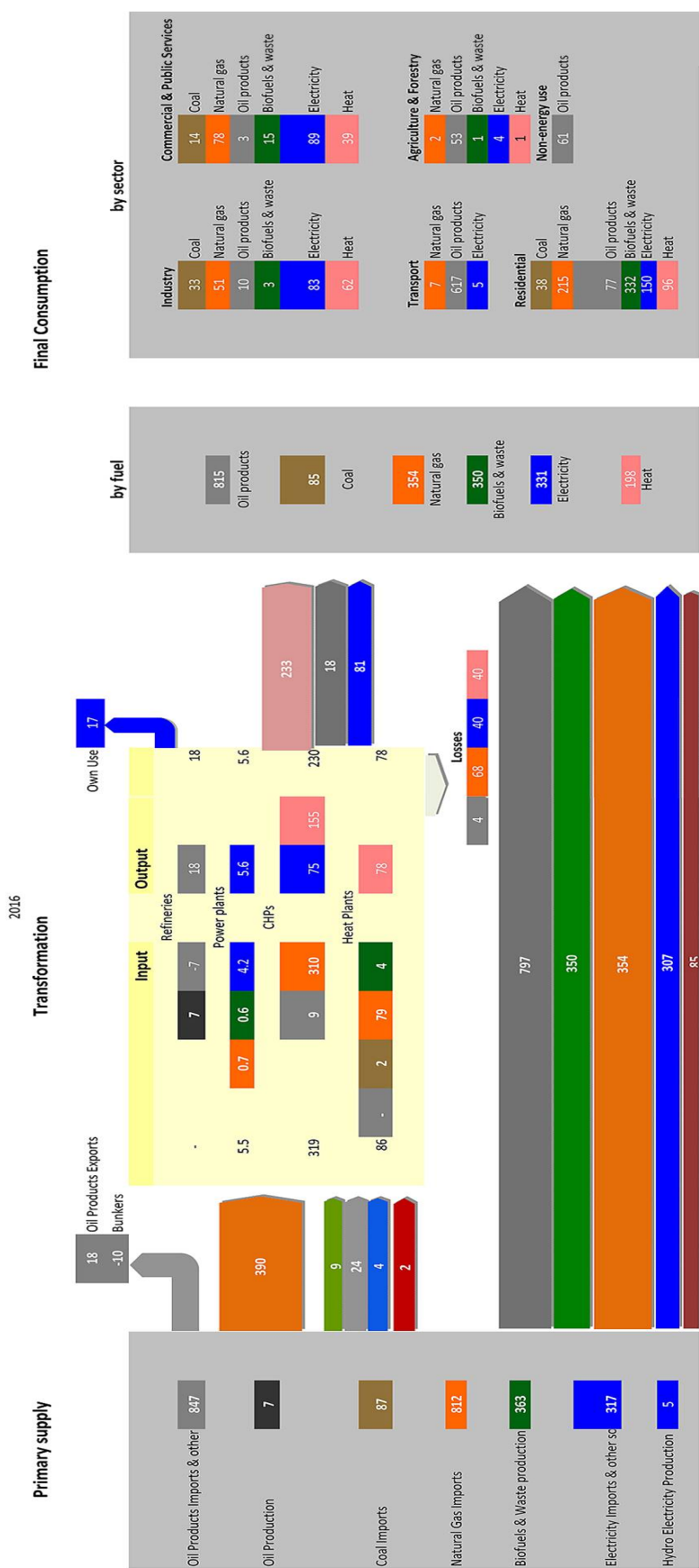
Группы «нефтепродукты», «биотоплива», «угли» включают разные виды топлив. Например, группа «угли» - это антрацит, бурый уголь, битуминозный уголь, полу битуминозный уголь, кокс и другие вида угля.

Расчетные таблицы прогнозируемых значений составляются отдельно для групп топлив (таблица 1) и отдельно для видов топлив. Каждая строка ТЭБ анализируется отдельно. Итоговые значения используются международной энергетической статистикой.

Табл. 1. Прогноз энергетического баланса для природного газа (факт за 2010-2014 и прогноз для 2015 -2016)

SUPPLY AND CONSUMPTION	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (f)	2016 (f)
Primary Production	-	-	-	-	-		
From other sources	-	-	-	-	-		
Imports	960	931	885	833	851	828	812
Exports	-	-	-	-	-		
International bunkers	-	-	-	-	-		
Stock changes	2	-1	-	1	-1	-	-
GROSS CONSUMPTION (GC)	962	930	885	834	850	828	812

TRANSFORMATION, INPUT (TI)	434	413	400	380	396	391	390
Electricity plants	1	-	-	1	1	1	1
Main activity producer CHPP	321	302	292	270	283	274	266
Autoproducer combined heat and power plants	8	10	11	17	25	33	44
Main activity producer heat plants	60	55	53	49	46	43	40
Autoproducer heat plants	45	46	44	43	41	40	39
Oil refineries	-	-	-	-	-	-	-
Petrochemical plants	-	-	-	-	-	-	-
Liquefaction plants	-	-	-	-	-	-	-
Charcoal production plants	-	-	-	-	-	-	-
Not elsewhere specified - transformation	-	-	-	-	-	-	-
TRANSFORMATION, OUTPUT (TO)	-	-	-	-	-	-	-
Electricity plants	-	-	-	-	-	-	-
Main activity producer CHPP	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer combined heat and power plants	-	-	-	-	-	-	-
Main activity producer heat plants	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer heat plants	-	-	-	-	-	-	-
Oil refineries	-	-	-	-	-	-	-
Petrochemical plants	-	-	-	-	-	-	-
Liquefaction plants	-	-	-	-	-	-	-
Charcoal production plants	-	-	-	-	-	-	-
Not elsewhere specified — transformation	-	-	-	-	-	-	-
Energy sector	-	-	-	-	-	-	-
LOSSES	72	70	64	64	68	68	68
FINAL CONSUMPTION (FEC)	456	447	421	390	386	369	354
INDUSTRY	63	66	63	58	55	53	51
Iron and steel	-	-	-	-	-	-	-
Chemical and petrochem.	-	-	-	-	1	-	-
Non-metallic minerals	47	47	44	38	31	30	29
Transport equipment	-	1	-	-	1	1	1
Machinery	-	-	-	1	-	-	-
Mining and quarrying	-	-	-	-	-	-	-
Food and tobacco	13	15	17	16	17	16	16
Paper, pulp and print	1	2	1	-	2	2	2
Wood and wood products	-	-	-	1	1	1	1
Construction	1	-	1	1	1	1	1
Textile and leather	1	1	-	1	1	1	1
Not elsewhere specified	-	-	-	-	-	-	-
TRANSPORT	7	2	11	6	8	6	7
Domestic aviation	-	-	-	-	-	-	-
Road	1	2	2	1	1	1	1
Rail	-	-	-	-	-	-	-
Pipeline transport	6	-	9	5	7	6	6
Domestic navigation	-	-	-	-	-	-	-
Non-specified	-	-	-	-	-	-	-
OTHER	386	379	347	326	323	309	296
Residential	294	277	250	234	239	227	215
Comm. and public services	90	100	94	88	82	80	78
Agriculture/forestry	2	2	3	4	2	2	2
Not elsewhere specified	-	-	-	-	-	-	-
NON-ENERGY USE	-	-	-	-	-	-	-
Statistical differences	-	-	-	-	-	-	-



Note here: Sums of disaggregated data may differ from totals due to rounding issues

Рис. 1. Поточковая диаграмма для 2016 года

Анализ также включает графическую визуализацию общих трендов, структуры распределения внутри секторов, текстовые описания. Конечным этапом является построение потоковых диаграмм (рис. 1) для прогнозируемых лет. Диаграммы отражают топливные потоки в стране, количества импортированного топли-

КАЧЕСТВО ПРОГНОЗА

Проверка качества построенного прогноза может осуществляться несколькими способами. Точность в значениях зависит от качества первичных ТЭБ для ретроспективных лет. Расчеты для ряда показателей с привлечением экономических показателей (ожидаемые ВВП, численность населения) зависят от качества макроэкономических прогнозов. КСП не может учитывать форс-мажорные обстоятельства (кризисы, политическая нестабильность, стихийные бедствия и т.д.). КСП также не может отразить резкие скачкообразные изменения, и в таких случаях не применяется. Результаты, полученные по описанному методу, полезно сравнить с результатами по другим методам.

В составе ПО для анализа и мониторинга энергетической безопасности имеется модуль для среднесрочного прогнозирования отдельных показателей на 5 лет. Он был использован для сравнения результатов и показал достаточное совпадение. Например, для группы «угли» расхождение составило около 10%.

Еще одним способом проверки качества построенного прогноза является его сравнение с подлинными значениями потребленных топлив. Публикации ТЭБ за текущий год позволяют это сделать, но с большим опозданием, иногда спустя год или полтора. Это приемлемо для принятия решений по планированию и развитию энергетического сектора. Но этого недостаточно для принятия эффективных решений в текущий момент.

Построенный КСП, при всех недостатках, фактически является единственной точкой (базой) для та-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новый модуль по КСП ТЭБ в составе вычислительного комплекса по энергетической безопасности позволяет отобразить ожидаемые топливные потоки в стране. Методология, примененная в модуле, используется в ряде стран (для международной энергетической статистики), и для Молдовы реализована

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.В.Быкова. Методы расчета и анализ показателей энергетической безопасности (на примере энергосистемы Молдовы). Монография, Кишинев, Типография АН РМ, 2005 - 158 с. Серия «Энергетическая безопасность», книга №2.
E.V.Bykova. Methods of calculation and analysis of

ва, количество для прямого сжигания и для преобразования в другие виды энергии, потери, потребление по отраслям экономики и др. Каждая группа топлив отмечена своим цветом. Поточковая диаграмма является информативной картиной будущего потребления топлив.

ких оперативных решений по регулированию в секторе в текущий период.

КСП для Молдовы были построены два раза: 1) для 2014-2015- международными экспертами в рамках проекта TA-ESS INOGATE; 2) для 2015-2016 гг - национальными экспертами.

Качество прогноза для 2014-2015 было проверено всеми описанными методами. Расхождение фактических и спрогнозированных значений было в диапазонах: электроэнергия- 1-3%, теплоэнергия- 6%, биомасса-11%, нефтепродукты 3-4%, газ 5-6%, уголь-50%.

Прогноз международных экспертов оказался удовлетворительным для всех групп топлив, кроме группы «угли». В расчетах для данной группы были учтены «выпадающие» значения, которые должны «игнорироваться». Это недостаток был устранен при КСП для 2015-2016 гг, и построены новые тренды для группы «угли».

Полученные результаты дают основание сделать вывод о возможности дальнейшего применения описанного метода при наличии всех необходимых требований.

Краткосрочные прогнозы тэб и энергетическая безопасность

КСП ТЭБ позволяет прогнозировать значения индикаторов топливного блока (16 индикаторов из 46). Этот момент является важным при анализе энергетической безопасности, для подготовки мероприятий по ее обеспечению, и дальнейшему планированию в энергетическом секторе.

впервые. Анализ полученных прогнозов ТЭБ показал удовлетворительные результаты для предыдущих лет при сравнении с фактическими значениями. Выполнение КСП ТЭБ может быть рекомендовано для последующих лет.

- energy security (for example of Moldova). Monograph, Chisinau, Academy of Sciences of Moldova, 2005 - 158 p. Series "Energy Security", the book № 2.
2. E.V.Bykova. Methodology analysis of energy security. «Modern science». Collection of research

-
- papers2010, № 3 (5).
3. Energy Balances of Republic Moldova, 2010-2014. National Bureau of Statistics.
 4. Materials of Project TA ESS INOGATE for Republic Moldova, 2015.