

УДК 338.45 :620.9 (571.5)

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТРУКТУРЫ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА (на примере Байкальского региона)

Б.Г. Санеев, А.Д. Соколов, С.Ю. Музычук, Р.И. Музычук

Санеев Борис Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ул. Лермонтова, 130, Иркутск, Россия, 664033. E-mail: bg_saneev@isem.sei.irk.ru.

Соколов Александр Данилович – доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ул. Лермонтова, 130, Иркутск, Россия, 664033. E-mail: sokolov@isem.sei.irk.ru.

Музычук Светлана Юрьевна – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ул. Лермонтова, 130, Иркутск, Россия, 664033. E-mail: muz@isem.sei.irk.ru.

Музычук Роман Игоревич – ведущий инженер, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ул. Лермонтова, 130, Иркутск, Россия, 664033. E-mail: rmuz@isem.sei.irk.ru.

Приведен методический подход к оценке показателей энергоэффективности экономики региона на основе топливно-энергетического баланса (ТЭБ). Методический подход опробован на примере Байкальского региона. Прогнозные оценки основаны на допущениях и ограничениях инновационного сценария развития региона. Структурные изменения ТЭБ Байкальского региона, прогнозируемые на период до 2030 г., приведут к значительному улучшению показателей энергоэффективности экономики: энергоемкость ВРП за период 2010–2030 гг. снизится в 1,5 раза, электро- и теплоемкость – в 1,9 раза, на 3–5 п. п. увеличатся коэффициенты полезного использования топливно-энергетических ресурсов, что позволит за период до 2030 г. сэкономить около 20 млн т у. т. (около 210 млрд руб. в ценах 2011 г.).

Методический подход, энергоэффективность, экономика, энергопотребление, топливно-энергетический комплекс, топливно-энергетический баланс, Байкальский регион.

© Санеев Б.Г., Соколов А.Д., Музычук С.Ю., Музычук Р.И., 2013
Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РФФИ № 12-08-98023-р_сибирь_a.

ВВЕДЕНИЕ

Экономика России отличается высокой энергоемкостью, которая в 2,5 раза выше среднемирового уровня и в 2,5–3,5 раза выше, чем в развитых странах [5], что свидетельствует о низкой эффективности использования в стране топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

В последние годы большое внимание уделяется повышению энергоэффективности российской экономики, на это направлены многие директивные документы федерального уровня [12; 16], в которых поставлена задача снижения уровня энергоемкости ВВП России к 2020–2030 гг. не менее чем на 40% по сравнению с современным уровнем, что может быть достигнуто за счет формирования рациональной структуры топливно-энергетического баланса (ТЭБ). Топливо-энергетические балансы дают наиболее полную и целостную информацию о состоянии топливно-энергетического комплекса (ТЭК) региона, объединяют балансы производства и потребления отдельных видов топливно-энергетических ресурсов. На основе топливно-энергетических балансов определяются показатели энергоэффективности экономики.

Методический подход к системной оценке показателей энергоэффективности экономики региона на основе топливно-энергетических балансов разработан в ИСЭМ СО РАН [14]. В соответствии с этим подходом сформированные прогнозные ТЭБ анализируются, и на их основе оценивается эффективность использования энергоресурсов на стадии производства, преобразования и их конечного потребления, выполняются стоимостные оценки, с помощью которых можно выявить различные структурные и ценовые диспропорции в развитии ТЭК региона, влияющие на энергоэффективность экономики.

Объектом настоящих исследований является ТЭК Байкальского региона и оценка влияния изменения структуры ТЭБ на энергоэффективность его экономики в перспективе до 2030 г. Три субъекта Российской Федерации – Республика Бурятия, Забайкальский край и Иркутская область, находящиеся в границах Байкальской природной территории, образуют Байкальский регион [11].

Топливо-энергетический комплекс, как основа экономики, играет важнейшую роль в обеспечении необходимых условий для осуществления хозяйственной деятельности. Однако показатели энергоэффективности экономики Байкальского региона в настоящее время находятся на низком уровне, и для того, чтобы их улучшить, необходимо значительно изменить структуру топливно-энергетического баланса, ориентированного в основном на уголь.

В перспективе структурные изменения топливно-энергетического балан-

са, происходящие при развитии ТЭК Байкальского региона, будут направлены на:

- увеличение доли нефти и газа в приходной части баланса;
- снижение доли угля, нефтепродуктов и увеличение доли газа в расходной части баланса;
- увеличение объемов переработки угля, нефти, газа.

Изменения структуры ТЭБ окажут значительное влияние на социально-экономическое развитие Байкальского региона за счет более эффективного и рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РЕГИОНА

В последнее время многими российскими и зарубежными учеными (А.А. Макаров, И.А. Башмаков, А.С. Некрасов, Б.Г. Баранник, Н.В. Калинина, С.П. Филиппов, И.П. Мамий, Е.С. Андрющенко, В.Н. Чурашев, Е.В. Любимова и др.) проводятся исследования, направленные на развитие теории топливно-энергетических балансов и ее практическое применение для разных стран и регионов [1–4; 6–8; 10; 15; 17].

Методология прогнозирования развития ТЭК и формирования ТЭБ региона, ранее разработанная в ИСЭМ СО РАН с непосредственным участием авторов [9, с. 59–66], была усовершенствована с учетом последних достижений в этой области и сформирован методический подход к системной оценке показателей энергоэффективности экономики восточных регионов России на основе ТЭБ. Методический подход базируется на использовании программно-вычислительного комплекса (ПВК) «ТЭБ Сибири и Дальнего Востока» [14], который состоит из двух взаимосвязанных компонент: информационно-справочной системы (ИСС) и системы моделей.

Первая компонента ПВК «ТЭБ Сибири и Дальнего Востока» – ИСС используется для повышения эффективности процесса исследования развития ТЭК регионов. Назначение ИСС как системы поддержки принятия решений – обеспечивать интерфейс доступа к данным, которые представляются в форме, определенной пользователем и удобной для анализа (таблицы, графики, диаграммы), т. е. инструментарий подготовки данных для лица, принимающего решение.

Второй компонентой ПВК «ТЭБ Сибири и Дальнего Востока» является система моделей, объединяющая модели балансов котельно-печного топлива (КПТ) и сводных топливно-энергетических балансов. Кроме того, входящей информацией для моделей баланса КПТ и ТЭБ является информация, поступающая из моделей более высокого иерархического уровня (*рис. 1*). В

случае, если приходные и расходные статьи в прогнозных моделях баланса КПП и ТЭБ не балансируются, в действие вступают обратные связи с другими моделями, и в результате выполнения одной-двух итераций статьи балансируются.

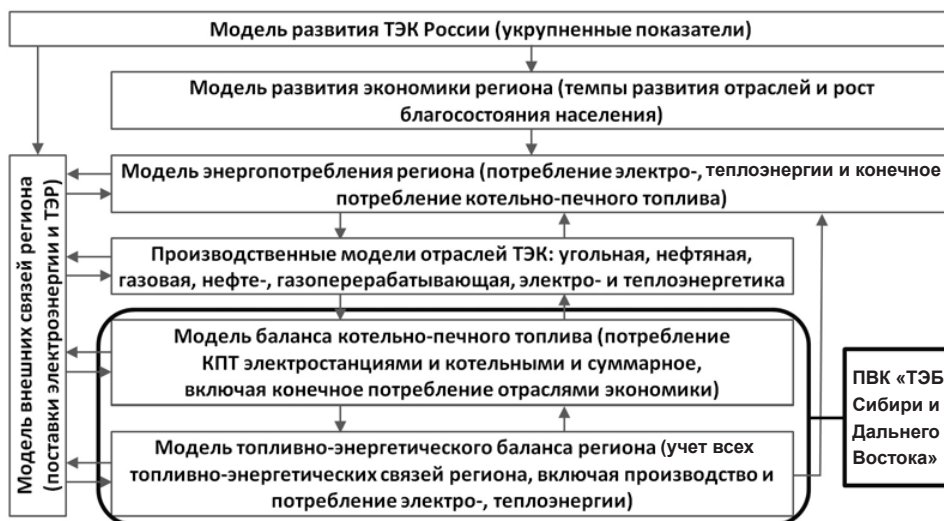


Рис. 1. Система моделей для прогнозирования развития ТЭК региона и формирования топливно-энергетических балансов

Сценарии развития ТЭК формируются в соответствии со сценариями социально-экономического развития. Каждый сценарий развития ТЭК, в зависимости от особенностей региона, может иметь несколько вариантов энергообеспечения (рис. 2).



Рис. 2. Формирование сценариев развития ТЭК

В ПВК модели ТЭБ строятся по территориально-отраслевому принципу, для регионов (субъектов РФ на востоке России) с выделением отраслей ТЭК (угольной, газовой, нефтяной, газо-, нефтеперерабатывающей и др.) и

имеют блочную структуру: производство ТЭР, их энергетическое и конечное потребление, поставки.

Блоки взаимосвязаны между собой матрицей удельных расходов топлива на производство энергоносителей. Удельные расходы топлива для производства электро-, теплоэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС) и котельных на перспективу рассчитываются с учетом внедрения инновационных, наукоемких решений, а также возможного перевода ряда энергогенерирующих источников с угля на более высококачественные виды топлива (в первую очередь на природный газ). Прогнозный расход КПП в конечном потреблении определяется с учетом прогноза социально-экономического развития. Рассчитанные расходы КПП заносятся в соответствующие статьи топливно-энергетического баланса.

Уравнения модели описывают технологическую цепочку преобразования ТЭР от их добычи до конечного потребления (с учетом обратных связей и ресурсных ограничений), тем самым обеспечивается баланс производства и потребления каждого из их видов.

По мере получения частных монобалансов энергоресурсов подсистема формирует сводные ТЭБ региона. Наиболее предпочтительный (рациональный) сценарий выявляется на основе интегральной оценки всех критериальных показателей, путем их ранжирования.

Данные сводного ТЭБ используются и для системной оценки ключевых параметров макроэкономического развития – уровней энергообеспеченности и энергоэффективности экономики. Основным показателем энергоэффективности является удельная энергоемкость экономики, которая определяется как отношение объема первичных топливно-энергетических ресурсов, потребленных во всех производственных и непроизводственных сферах экономики региона, к величине валового регионального продукта (ВРП). Установившаяся динамика снижения энергоемкости ВРП при одновременном увеличении энергопотребления определяет тенденцию экономического роста региона. Кроме показателя энергоемкости, для анализа энергоэффективности экономики используются показатели электро- и теплоемкости ВРП. С помощью этих показателей, рассчитанных за определенный период времени, можно выявить тенденции энергоэффективности как энергетических объектов, так и экономики региона в целом, а также определить возможные резервы энергосбережения.

Разработанный инструментарий позволяет оперативно оценить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов на основе ТЭБ. Для этого рассчитываются коэффициенты полезного использования топливно-энергетических ресурсов (КПИТЭР) для разных статей баланса: конечного потребления, процессов преобразования, электростанций и котельных,

с помощью которых можно определить возможные резервы энергосбережения. Рост этих коэффициентов свидетельствует о повышении уровня использования топливно-энергетических ресурсов.

Дополнительно к определению показателей энергоэффективности проводится стоимостная оценка ТЭБ, которая необходима для финансового анализа протекающих в экономике региона процессов и для регулирования механизмов ценообразования на региональных энергетических рынках.

Стоимостная оценка ТЭБ выполняется «наложением» фиксированных на определенный период или прогнозных цен производителей и потребителей на соответствующие статьи баланса и позволяет определить полные финансовые затраты на энергоснабжение потребителей, доходы от экспорта и расходы на приобретение топливно-энергетических ресурсов, а также выявить различные структурные и ценовые диспропорции в развитии ТЭК региона.

Сравнительный анализ показателей стоимостной оценки топливно-энергетического баланса позволяет выявить вариант развития ТЭК региона с большей экономической эффективностью: по стоимости добычи (производства) энергоресурсов; по стоимости их поставок за пределы региона; по более рациональной структуре производства электро-, теплоэнергии и конечного потребления ТЭР.

Для наиболее предпочтительного сценария определяются структура производства, ввоза, вывоза, конечного потребления топливно-энергетических ресурсов на исследуемую перспективу. Анализируются факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на энергоэффективность экономики региона, определяется степень их влияния.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОНОМИКИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Роль Байкальского региона в важнейших макроэкономических показателях России в настоящее время невелика: вклады Байкальского региона в ВВП страны и в производство промышленной продукции составили 1,9 %, в общероссийских инвестициях – 2,1%, в основных фондах экономики – 2,8% (табл. 1).

Энергоемкость ВРП Байкальского региона в 2010 г. на 53,3% выше среднероссийской, чему способствует как более суровый климат региона, так и наличие здесь высокоэнергоемких производств и в некоторых случаях технологическое отставание объектов ТЭК.

Таблица 1

Макроэкономическая характеристика Байкальского региона, 2011 г.

Показатель	Россия	СФО	Байкаль- ский регион	Доля от России/ СФО
ВВП (ВРП)*, трлн руб.	45,2	4,1	0,8	1,9/19,5
Энергоемкость ВВП (ВРП)*, кг у. т./тыс. руб.	18,0	31,4	27,6	153,3/87,9
Объем промышленной продукции, трлн руб.	35,1	4,1	0,7	2,0/17,1
Основные фонды экономики, трлн руб.	108,0	10,3	3,1	2,8/30,1
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	10 776,8	1214,7	230,6	2,1/19,0

Примечание: * ВРП – 2010 г.

Источники: [13]; форма статистической отчетности 4-ТЭР.

Основными проблемами, ограничивающими развитие ТЭК Байкальского региона, являются:

- большая доля физически изношенного и морально устаревшего оборудования в отраслях ТЭК (48–67%);
- низкая эффективность использования топливно-энергетических ресурсов (КПИТЭР в регионе на 5–9 п. п. ниже среднероссийских показателей);
- низкие показатели энергоэффективности экономики (электроемкость ВРП Байкальского региона в 3,6 раза превышает среднероссийский уровень, теплоемкость ВРП – в 2,5 раза, энергоемкость ВРП – более чем в 1,5 раза);
- преобладание в балансе котельно-печного топлива бурого, низкокалорийного угля, что ухудшает экологию и качество жизни населения;
- низкие темпы вовлечения в хозяйственный оборот углеводородных ресурсов (уровень газификации в Байкальском регионе является крайне низким – около 6%, в то время как в среднем по России – более 63%, а в западных регионах страны еще выше);
- зависимость энергообеспечения потребителей изолированных районов от сезонного завоза энергоресурсов.

Сводный топливно-энергетический баланс позволяет получить наиболее полное представление о состоянии ТЭК Байкальского региона в 2011 г. (табл. 2).

Стоимостная оценка ТЭБ показала, что полные финансовые затраты в энергоснабжение потребителей Байкальского региона в 2011 г. составили около 185 млрд руб., доходы от экспорта – около 200 млрд руб. и расходы на приобретение топливно-энергетических ресурсов (на производство электро-, теплоэнергии) – около 40 млрд руб.

Таблица 2

Сводный топливно-энергетический баланс Байкальского региона, млн т у. т., 2011 г.

Статья баланса	Уголь и продукты переработки	Нефть и нефтепродукты	Газ и продукты переработки	Прочие виды твердого топлива	ГЭС	Электроэнергия	Теплоэнергия	Итого
Производство ТЭР	19,1	9,0	0,6	2,3	5,8			36,9
Ввоз ТЭР	1,6	14,3						15,9
Вывоз ТЭР	-4,5	-18,2				-0,3		-23,0
<i>Всего первичных ТЭР</i>	16,2	5,2	0,6	2,3	5,8	-0,3		29,8
<i>Преобразование первичной энергии</i>	-14,7	-1,0	-0,6	-2,1	-5,8	7,7	7,3	-9,2
Производство электро-, теплоэнергии на ТЭС	-12,4	-0,1		-1,3		3,1	5,3	-5,3
Производство электроэнергии на ГЭС					-5,8	5,8		
Производство теплоэнергии в котельных	-2,3	-0,4	-0,2	-0,8			2,8	-0,9
Производство теплоэнергии в электрокотельных						-0,1	0,1	-0,01
Нефтепереработка		-0,3						-0,3
Собственные нужды и потери ТЭР		-0,3	-0,5			-1,1	-0,9	-2,7
<i>Конечное потребление ТЭР</i>	-1,5	-4,2	-0,01	-0,2		-7,4	-7,3	-20,6

Источники: рассчитано по формам статистической отчетности: 1-натура, 24-энергетика, 6-ТП, 4-ТЭР, 11-ТЭР.

В результате анализа конечного потребления топливно-энергетических ресурсов и его стоимостной оценки выявлены следующие структурные и ценовые диспропорции:

- преобладающими видами ТЭР являются электро-, теплоэнергия и в меньшей степени нефтепродукты и уголь (рис. 3а), что свидетельствует о высокой электро-, теплоемкости конечного потребления;

- в стоимостной структуре преобладающим видом ТЭР являются нефтепродукты и электроэнергия и в меньшей степени – тепловая энергия. Уголь и прочие виды топлива в сумме составляют лишь 1,6% (рис. 3б). Различия обусловлены ценовыми факторами (высокие цены на нефтепродукты и более низкие цены на другие виды топливно-энергетических ресурсов), что свидетельствует в пользу приоритетности энергосбережения таких видов ТЭР, как нефтепродукты, электрическая и тепловая энергия, которые оказывают наиболее сильное влияние на стоимостную структуру конечного потребления в отраслях экономики.

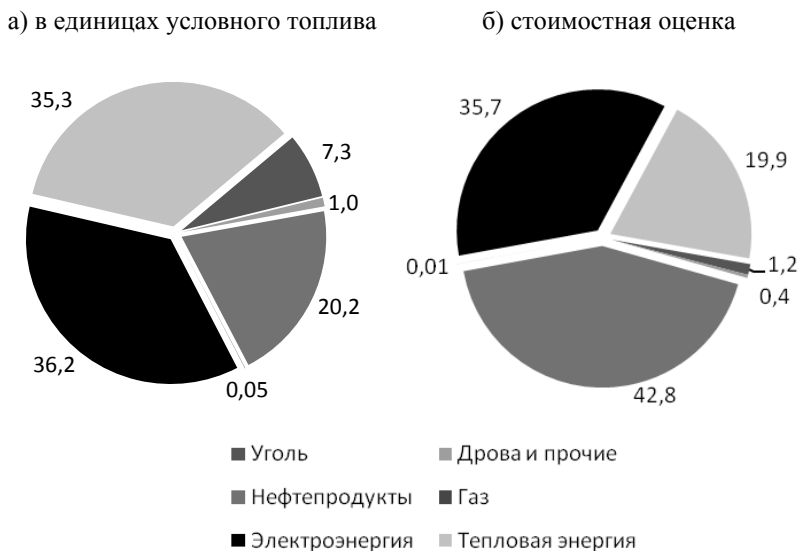


Рис. 3. Структура конечного потребления топливно-энергетических ресурсов и ее стоимостная оценка, %

Источник: рассчитано по данным таблицы 4 – Сводный ТЭБ Байкальского региона, 2011 г.

Анализ отчетного топливно-энергетического баланса Байкальского региона показал:

- несмотря на то, что производство первичных ТЭР в регионе может полностью обеспечить собственную потребность и экспортные поставки, сюда по технико-экономическим условиям завозится уголь из других регионов и нефть из Западной Сибири;
- более 65% электроэнергии в регионе производится с использованием гидроэнергии, поэтому существует большая зависимость выработки ГЭС от водного режима рек, который в разные годы может значительно изменяться;
- в структуре топливопотребления на тепловых электростанциях и котельных региона доля угля достигает 85%, а доля природного газа – менее 1%, что свидетельствует о ее нерациональности и необходимости увеличения доли высококачественных видов топлива (в первую очередь, природного газа для улучшения экологической обстановки в регионе);
- в структуре конечного потребления топливно-энергетических ресурсов суммарная доля электро-, теплоэнергии – 71,5%, в стоимостной оценке она в 1,3 раза ниже, доля нефтепродуктов, напротив, в 2,1 раза выше, что характеризует существующие в экономике ценовые и тарифные диспропорции, которые в перспективе необходимо сглаживать.

Одним из важнейших условий перехода Байкальского региона к устойчивому социально-экономическому развитию является рост энергоэффек-

тивности экономики. Особая роль в решении этой задачи отводится ТЭК в части улучшения структуры топливно-энергетического баланса.

Развитие экономики и ТЭК Байкальского региона предположительно будет проходить в три этапа:

- этап 1 (2013–2015 гг.) – ресурсно-инвестиционное развитие, предполагает преодоление последствий кризиса и наращивание объемов добычи (производства) ТЭР для перспективного развития экономики;
- этап 2 (2016–2020 гг.) – инвестиционно-инновационное обновление, предполагает продолжение реализации масштабных проектов, направленных на ускоренную модернизацию материально-технической и технологической базы ТЭК Байкальского региона;
- этап 3 (2021–2030 гг.) – инновационное развитие, предполагает получение экономического эффекта от применения новых наукоемких технологий, оборудования и принципов функционирования как самого ТЭК, так и смежных с ним отраслей.

Основные показатели развития ТЭК на период до 2030 г., соответствующие инновационному сценарию социально-экономического развития Байкальского региона, с учетом межрегиональных и экспортных поставок, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Динамика производства (добычи) ТЭР в Байкальском регионе

Топливо-энергетический ресурс	2011	Этап 1	Этап 2	Этап 3
Электроэнергия, млрд кВт·ч	72,4	75–80	90–105	110–150
в том числе ГЭС	46,9	47–48	49–50	51–52
Тепловая энергия, млн Гкал	62,9	65–67	70–75	80–85
Уголь, млн т	34,8	37–39	40–45	45–55
Нефть, млн т	6,6	9–10	11–16	11–17
Нефтепереработка, млн т	9,8	10–11	10–12	10–12
Природный газ, всего млрд м ³	0,6	1–2	9–14	10–35

Примечание: нижняя граница диапазона соответствует базовому сценарию развития ТЭК, верхняя – инновационному.

Источники: 2011 г. – формы статистической отчетности: 1-натура, 24-энергетика, 6-ТП. Прогноз (этапы 1–3) – оценки авторов.

Перспективное развитие Байкальского региона предусматривает широкомасштабное освоение на его территории минерально-сырьевой ресурсной базы, которое будет происходить в соответствии с принципами межрегиональной кооперации по направлениям: газификация региона, добыча и переработка минерального сырья, производство и передача электроэнергии, а также развитие туризма в прибайкальской зоне и др.

За период 2011–2030 гг., при реализации инновационного сценария развития экономики и ТЭК, произойдут значительные изменения в структуре ТЭБ Байкальского региона. В приходной части баланса значительно увеличится суммарная доля углеводородов (нефти и природного газа) собственного производства: с 26% в настоящее время до 64% в перспективе (рис. 4). При этом за период 2011–2030 гг. доля угля в структуре добычи (производства) ТЭР снизится на 23 п. п., доля возобновляемых энергоресурсов, к которым относится гидроэнергия, – на 10 п. п.

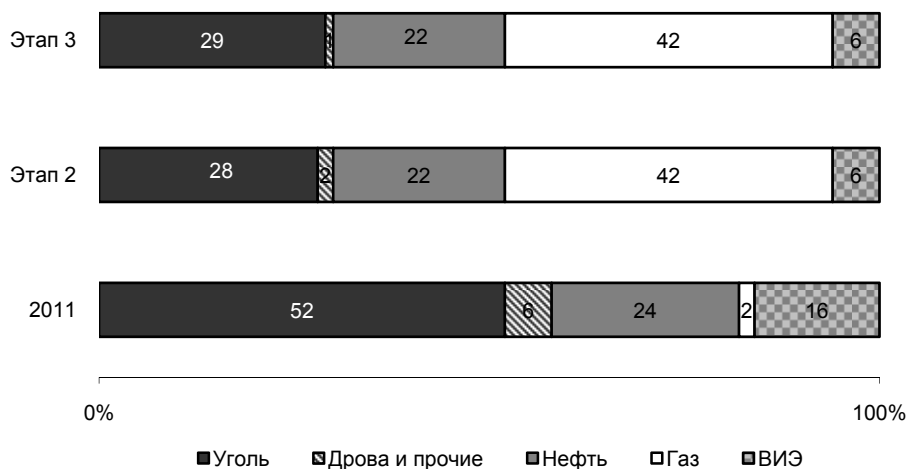


Рис. 4. Структура производства первичных топливно-энергетических ресурсов

Источник: расчеты авторов.

Приходная часть ТЭБ региона в исследуемой перспективе будет продолжать пополняться за счет поставок нефти из Западной Сибири и небольших объемов ввоза угля, однако их доля снизится в два раза – с 30% в 2011 г. до 15% в 2030 г.

В структуре поставок (экспорта) ТЭР из Байкальского региона произойдут также существенные изменения в сторону снижения доли угля и увеличения доли углеводородов. С 2011 по 2030 г. суммарная доля нефти, нефтепродуктов и природного газа увеличится на 8 п. п., доля угля снизится на 15 п. п., при этом наиболее значимо увеличится доля природного газа – на 46 п. п. (рис. 5).

Вследствие вовлечения в баланс природного газа существенно изменится и структура конечного потребления ТЭР: его доля увеличится на 18 п. п., а доля нефтепродуктов сократится на 8 п. п. Также снизятся доли угля, тепловой и электрической энергии на 3–4 п. п. (рис. 6).

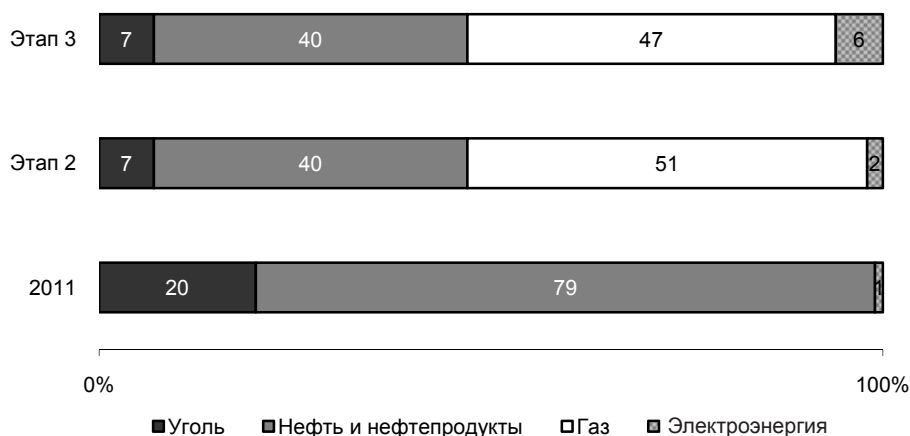


Рис. 5. Структура вывоза топливно-энергетических ресурсов

Источник: расчеты авторов.

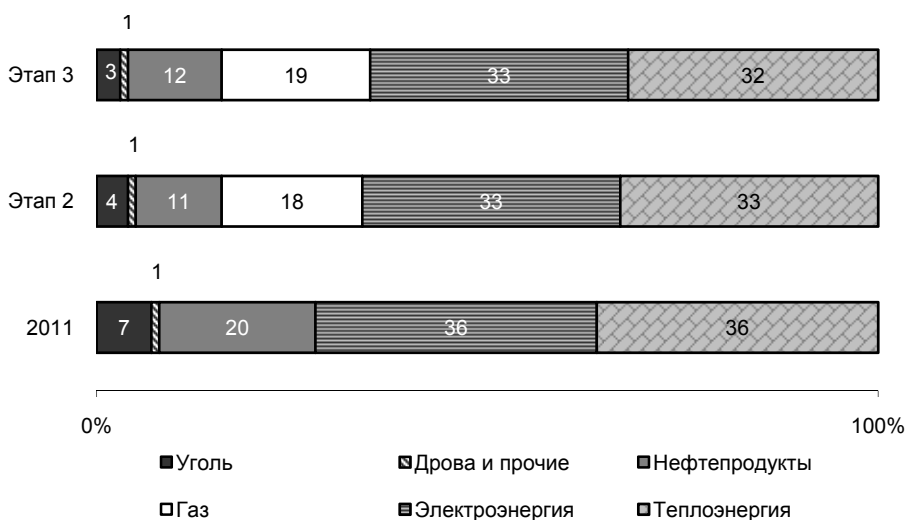


Рис. 6. Структура конечного потребления топливно-энергетических ресурсов

Источник: расчеты авторов.

Таким образом, как видно из рисунков 5–7, наиболее сильное влияние на структурные изменения топливно-энергетического баланса окажет крупномасштабное освоение в Байкальском регионе углеводородных ресурсов. Это приведет к изменениям структуры не только в приходной части ТЭБ, но и повлечет за собой изменения и в расходной части, а именно структуры вывоза и конечного потребления топливно-энергетических ресурсов.

На основе топливно-энергетических балансов выполнена системная оценка показателей энергоэффективности экономики Байкальского региона (рис. 7).

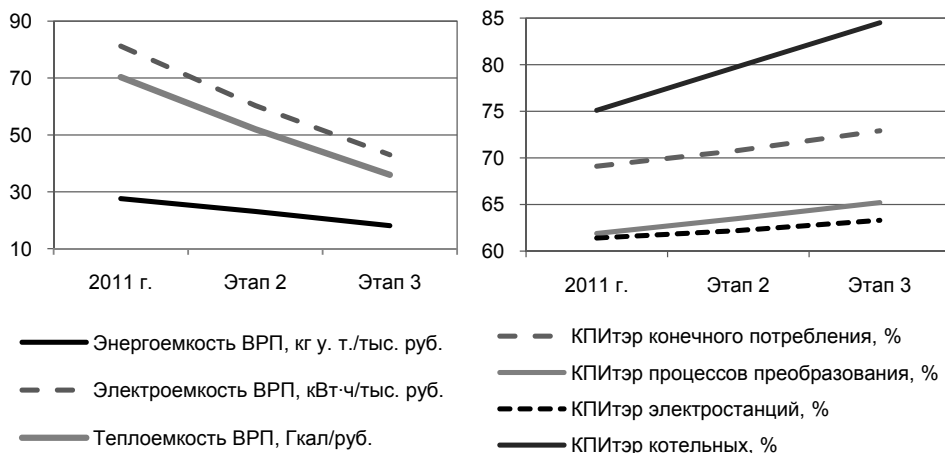


Рис. 7. Системная оценка показателей энергоэффективности Байкальского региона

Источник: расчеты авторов.

Структурные изменения ТЭБ Байкальского региона, прогнозируемые на период до 2030 г., приведут к значительному улучшению показателей энергоэффективности экономики: энергоемкость ВРП за период 2010–2030 гг. снизится в 1,5 раза, электро- и теплоемкость – в 1,9 раза, на 3–5 п. п. увеличатся коэффициенты полезного использования ТЭР, что позволит за период до 2030 г. сэкономить около 20 млн т у. т. топлива (около 210 млрд руб. в ценах 2011 г.).

Развитие ТЭК Байкальского региона по инновационному сценарию приведет к значительным структурным сдвигам в топливно-энергетическом балансе. Совершенствование структуры ТЭБ за счет улучшения использования топливно-энергетических ресурсов, роста доли газа, снижения доли угля и нефтепродуктов позволит существенно повысить энергоэффективность экономики Байкальского региона, значительно повышая конкурентоспособность производимой продукции и качество жизни населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием разработанного методического подхода выполнены следующие исследования:

- рассчитан отчетный топливно-энергетический баланс Байкальского

региона и на его основе проведен системный анализ современного состояния ТЭК, выявлены основные проблемы и направления развития комплекса, способствующие росту энергоэффективности экономики;

- на основе прогноза социально-экономического развития рассчитаны перспективные (2020 г., 2030 г.) топливно-энергетические балансы Байкальского региона, учитывающие мероприятия, направленные на совершенствование структуры ТЭБ;

- определены структурные изменения приходной и расходной частей отчетного и перспективных балансов;

- выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на структуру ТЭБ региона: рост добычи и поставок (экспорта) углеводородных ресурсов (в первую очередь природного газа), перевод на газ ряда энергогенерирующих источников (в основном мелких котельных), производство в регионе продукции с высокой степенью передела (нефтехимическое, газохимическое и другие производства), рост газификации потребителей (в первую очередь населения), частичный перевод автотранспорта на газовое топливо;

- выполнена системная оценка показателей энергоэффективности экономики на основе топливно-энергетических балансов (энерго-, электро-, теплоемкость ВРП, коэффициенты полезного использования ТЭР тепловых электростанций, котельных, процессов преобразования и конечного потребления);

- показано, что прогнозируемые к 2030 г. структурные изменения ТЭБ Байкальского региона приведут к значительному улучшению по сравнению с 2010–2011 гг. показателей энергоэффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андрющенко Е.С.* Теоретические подходы к формированию оптимальных топливно-энергетических балансов // Экономика и управление. 2012. № 1. С. 87–93. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/EkUpr/2012_1/index.htm (дата обращения: 17.06.2013).

2. *Баранник Б.Г., Калинина Н.В., Абрамов Ю.В., Трибуналов С.Н.* Исследование проблем формирования перспективного топливно-энергетического баланса региона (на примере Мурманской области). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2010. 86 с.

3. *Башмаков И.А.* Топливо-энергетический баланс как инструмент анализа, прогноза и индикативного планирования развития энергетики // Энергетическая политика. 2007. Вып. 2. С. 16–25.

4. *Гашо Е.Г., Репецкая Е.В.* Энергоэффективность как основа стратегии развития региона // Энергосбережение. 2010. № 5. С. 22–25. URL: http://www.expert.energsovet.ru/pages/files/49energsober_2010.pdf (дата обращения: 17.06.2013).

5. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации. Раз-

дел 5.1. Энергоэффективность в России. URL: <http://www.protown.ru/information/hide/7938.html> (дата обращения: 17.06.2013).

6. *Любимова Е.В.* Моделирование региональных топливных и энергетических балансов с учетом нескольких методик их построения для исследования сценариев развития // Прогнозирование и планирование – 2012: материалы I Междунар. заочной науч.-практ. конф., июнь 2012 года / Отв. ред. Т.И. Межуева; Биробиджанский филиал Амурского гос. ун-та. Биробиджан, 2012. С. 80–89.

7. *Макаров А.А., Филиппов С.П., Веселов Ф.В. и др.* Модельно-информационный комплекс Scanner / Институт энергетических исследований РАН. М., 2011. 72 с. URL: http://www.eriras.ru/files/skaner_light.pdf (дата обращения: 17.06.2013).

8. *Мамий И.П., Морозов В.И.* Статистическое изучение топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан: методология и практика / Институт экономики и права Ивана Кушнера. URL: <http://www.be5.biz/ekonomika1/r2012/3146.htm> (дата обращения: 17.06.2013).

9. Методы и модели разработки региональных энергетических программ / Отв. ред. Б.Г. Санеев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систем энергетики им. Л.А. Мелентьева. Новосибирск: Наука, 2003. 140 с.

10. *Некрасов А.С., Сияк Ю.В., Янпольский В.А.* Построение и анализ энергетического баланса. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984. 180 с.

11. Об охране озера Байкал: федеральный закон № 94-ФЗ от 01.05.1999 / Консультант-плюс. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=121962> (дата обращения: 14.06.2013).

12. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности: федеральный закон РФ № 261-ФЗ от 23.11.2009. URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energodok.html> (дата обращения: 30.10.2013).

13. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: стат. сб. / Росстат. М., 2011. 990 с.

14. *Санеев Б.Г., Соколов А.Д., Музычук С.Ю., Музычук Р.И.* Топливо-энергетические балансы в системе комплексного исследования развития региональных ТЭК // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2011. № 2. С. 21–35.

15. *Чурашёв В.Н., Маркова В.М.* Иерархическое моделирование прогнозных региональных ТЭБ // Методология и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов / ИЭОПП СО РАН. Новосибирск, 2010. С. 350–390.

16. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.: утверждена распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009. URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/energostategy/> (дата обращения: 30.10.2013).

17. Energy Balances of OECD Countries 2011 / OECDiLibrary. (International Energy Agency). URL: http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-balances-of-oecd-countries-2011_energy_bal_oecd-2011-en (дата обращения: 20.06.2013).

**METHODICAL APPROACH TO ESTIMATION
OF ENERGY EFFICIENCY PARAMETERS OF THE
ECONOMY UNDER THE STRUCTURAL CHANGES IN THE FUEL
AND ENERGY BALANCE (ON THE EXAMPLE OF BAIKAL REGION)**

B.G. Saneev, A.D. Sokolov, S.Yu. Muzychyuk, R.I. Muzychyuk

Saneev Boris Grigorievich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 130 Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033. E-mail: saneev@isem.sei.irk.ru.

Sokolov Alexander Daniilovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Laboratory Head, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 130 Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033. E-mail: sokolov@isem.sei.irk.ru.

Muzychyuk Svetlana Yuryevna – Ph. D. in Economics, Leading Researcher, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 130 Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033. E-mail: muz@isem.sei.irk.ru.

Muzychyuk Roman Igorevich – Leading Engineer, Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 130 Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033. E-mail: rmuz@isem.sei.irk.ru.

The authors consider a methodical approach which allows estimating energy efficiency parameters of the region's economy using a fuel and energy balance (FEB). This approach was tested on the specific case of Baikal region. During the testing process the authors have developed ex ante and ex post FEBs and estimated energy efficiency parameters such as energy-, electro- and heat capacity of GRP, coefficients of useful utilization of fuel and energy resources and a monetary version of FEB. Forecast estimations are based on assumptions and limitations of technologically-intensive development scenario of the region. Authors show that the main factor of structural changes in the fuel and energy balance will be the large-scale development of hydrocarbon resources in Baikal region. It will cause structural changes in the composition of both the debit and credit of FEB (namely the structure of export and final consumption of fuel and energy resources). Authors assume that the forecast structural changes of the region's FEB will significantly improve energy efficiency parameters of the economy: energy capacity of GRP will decrease by 1,5 times in 2010–2030, electro and heat capacity – 1,9 times; coefficients of useful utilization of fuel and energy resources will increase by 3–5 p.p. This will save about 20 million tons of fuel equivalent (about 210 billion rubles in 2011 the prices) until 2030.

Keywords: Methodical approach, energy efficiency, economy, power consumption, fuel and energy complex, fuel and energy balance, Baikal region.

REFERENCES

1. Andryushchenko E.S. Theoretical Approaches to the Formation of Optimal Fuel and Energy Balances. *Ekonomika i Upravlenie* [Economics and Management], 2012, no. 1, pp. 87–93. Available at: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/EkUpr/2012_1/index.htm (accessed 17 June 2013). (In Russian).
2. Barannik B.G., Kalinina N.V., Abramov Yu.V., Tribunalov S.N. *Research of Problems of Formation of Prospective Fuel and Energy Balance of the Region (on the Example of the Murmansk Territory)*. Apatity, 2010, 86 p. (In Russian).
3. Bashmakov I.A. Fuel and Energy Balance as a Tool for Analysis, Forecasting and In-

dicative Planning of Power Development. *Energeticheskaya Politika* [Energy Policy], 2007, vol. 2, pp. 16–25. (In Russian).

4. Gasho E.G., Repetskaya E.V. Energy Efficiency as a Basis of Strategy of Development of the Region. *Energoberezhenie* [Energy Saving], 2010, no. 5, pp. 22–25. Available at: http://www.expert.energsovet.ru/pages/files/49energobere_2010.pdf (accessed 17 June 2013). (In Russian).

5. *The Report on Human Potential Development in the Russian Federation. Section 5.1. Energy Efficiency in Russia*. Available at: <http://www.protown.ru/information/hide/7938.html> (accessed 17 June 2013). (In Russian).

6. Lyubimova E.V. Modeling of the Regional Fuel and Energy Balances Taking into Account Several Methods of their Construction to the Study of Scenarios of Development. *Forecasting and Planning 2012: Materials of the First International Correspondence Scientific-Practical Conference*, June 2012. Edited by T.I. Mezhueva. Birobidzhan, 2012, pp. 80–89. (In Russian).

7. Makarov A.A., Filippov S.P., Veselov F.V. *Modelling Complex Scanner*. Moscow: The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, 2011, 72 p. Available at: http://www.eriras.ru/files/skaner_light.pdf (accessed 17 June 2013). (In Russian).

8. Mamiy I.P., Morozov V.I. *Statistical Study of the Fuel and Energy Complex of the Republic of Kazakhstan: Methodology and Practice*. Available at: <http://www.be5.biz/ekonomika1/r2012/3146.htm> (accessed 17 June 2013). (In Russian).

9. *Methods and Models of Development of Regional Energy Programs*. Edited by B.G. Saneev. Novosibirsk: Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS), 2003, 140 p. (In Russian).

10. Nekrasov A.S., Sinyak Yu.V., Yanpolskiy V.A. *Construction and Analysis of the Energy Balance*. Moscow, 1984, 180 p. (In Russian).

11. *On Protection of Lake Baikal: Federal Law № 94-FZ of 01.05.1999*. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=121962> (accessed 14 June 2013). (In Russian).

12. *On Energy Conservation and Energy Efficiency: the RF Federal Law № 261-FZ of November 23, 2009*. Available at: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (accessed 30 October 2013). (In Russian).

13. *Regions of Russia. Socio-Economic Indicators. 2011: the statistical collection*. Moscow, 2011, 900 p. (In Russian).

14. Saneev B.G., Sokolov A.D., Muzychuk S.Yu., Muzychuk R.I. Energy Balances in the System of Complex Studies on Development of Regional Fuel and Energy Complexes. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Energetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy], 2011, no. 2, pp. 21–35. (In Russian).

15. Churashev V.N., Markova V.M. Hierarchical Modeling of the Forecast of the Regional Fuel and Energy Balances. *Methodology and Practice of Development and Applying of Regional Fuel and Energy Balances*. Novosibirsk: Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the RAS, 2010, pp. 350–390. (In Russian).

16. *The Energy Strategy of Russia for the Period up to 2030: approved by Government Decree № 1715-R of November 13, 2009*. Available at: <http://minenergo.gov.ru/activity/energystrategy/> (accessed 30 October 2013). (In Russian).

17. *Energy Balances of OECD Countries 2011*. OECDiLibrary (International Energy Agency), 332 p. Available at: http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-balances-of-oecd-countries-2011_energy_bal_oecd-2011-en (accessed 20 June 2013).