

9.4. МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЫНКОВ СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Швец Н.Н., д.э.н., заведующий кафедрой,
кафедра мировой электроэнергетики;
Филиппова А.В., аспирант,
кафедра мировой электроэнергетики

*Международный институт энергетической
политики и дипломатии МГИМО МИД РФ,
г. Москва*

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

Предложен новый методический подход для оценки эффективности объединения электроэнергетических рынков стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в контексте опыта интеграционных процессов в мировой электроэнергетике на основе современной концепции экономической синергии. Изложена методика оценки эффектов экономической синергии в проектах межгосударственной электроэнергетической интеграции, позволяющая на основе статистических данных по электроэнергетическим профилям стран-участниц оценить экономическую эффективность их интеграции. Изложена методика экспертно-аналитической оценки ключевых выгод и рисков проекта межгосударственного электроэнергетического объединения стран ЕАЭС, предназначенная для количественной оценки военно-политических и технико-экономических аспектов интеграционного проекта в условиях многокритериальности, конфликта интересов, неопределенности и рисков. Выполнен сценарный анализ проекта межгосударственного электроэнергетического объединения стран ЕАЭС на основе данных Статистической комиссии Организации Объединенных Наций (ООН) по электроэнергетическим профилям стран мира, международных правовых актов по ЕАЭС и общему рынку электроэнергии, прогнозов экономического развития стран ЕАЭС и потребностей в топливно-энергетических ресурсах из официальных аналитических источников.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей тенденцией развития мировой экономики последнего десятилетия являются процессы либерализации энергетической отрасли и формирования межгосударственных электроэнергетических объединений (МГЭО) различных стран. МГЭО служат технической и технологической инфраструктурой международных электроэнергетических рынков. Развитие их институциональной и нормативной базы приводит к созданию общего электроэнергетического рыночного пространства соответствующих регионов.

Формирование МГЭО как единых технических систем и создание общего электроэнергетического рыночного пространства обеспечивает взаимовыгодную торговлю электроэнергией, расширение электроэнергетических рынков, повышение надежности и бесперебойности электроснабжения, применение наиболее эффективного оборудования и возобновляемых источников энергии.

Реализация указанных эффектов требует создания единых органов стратегического и оперативного управления объединяемыми национальными и локальными электроэнергетическими сетями (ЭЭС) сотрудничающих стран, а также согласования нормативно-правовой основы их функционирования.

Среди влияющих на это факторов можно отметить возможности и экономическую целесообразность сооружения

конкретных трансграничных линий электропередачи с учетом надежности функционирования энергосистем, кооперацию в экономике и энергетике соответствующих стран и политическую обстановку в регионе. В контексте мировой экономики, формирование межгосударственных электроэнергетических объединений (МГЭО) является глобальным интеграционным процессом, который начался в различных регионах мира более ста лет назад, и к настоящему времени вступил в активную фазу своего развития вследствие роста энергопотребления в экономически развитых и особенно в развивающихся странах мира.

Особую актуальность вопросы оценки эффектов объединения ЭЭС приобрели после принятия стран – участниц Евразийского экономического союза (ЕАЭС) об интеграции национальных электроэнергетических рынков. Проект Концепции формирования общего электроэнергетического рынка ЕАЭС, одобренный 10 марта 2015 г., определил основные направления, принципы, а также структурные элементы будущего МГЭО. Однако основная работа по его формированию предстоит к реализации в 2019 г., когда будет разработан и осуществлен конкретный план мероприятий. Таким образом работа по определению конечного вида модели МГЭО ЕАЭС еще продолжается, что предопределяет необходимость развития научно-методического обеспечения для обоснования механизмов ее создания и функционирования, в том числе с учетом передового зарубежного опыта.

С позиций теории систем и системного анализа интеграционные процессы в мировой электроэнергетике в целом, отдельные проекты МГЭО, в том числе проект создания объединения энергетических рынков (ОЭР) ЕАЭС представляют собой построение сложной организационно-технической и политико-экономической системы, состоящей из национальных электроэнергетических систем. Вопросы оценки повышения кумулятивной эффективности отдельных элементов при их объединении в экономическую систему являются одним из важнейших направлений современной экономической науки и отражены в многочисленных публикациях по концепции синергии. Обоснование перспектив применения этой концепции к экономическому анализу проектов межгосударственной электроэнергетической интеграции выполнено авторами в предшествующих работах [1], современные проблемы обеспечения энергетической безопасности Российской Федерации, создания условий и механизмов усиления ее конкурентоспособности и позиционирования как стратегического лидера в мировой электроэнергетике исследованы в работах [20, 17, 18, 21, 19]. Полученный при выполнении этих работ научный задел позволяет перейти в настоящей статье к изложению результатов методик, разработанных на их основе.

Разработка методики оценки эффектов экономической синергии в проектах межгосударственной электроэнергетической интеграции

Данная методика опирается на статистические показатели электроэнергетических профилей стран – участниц интеграционного процесса и гипотезу электроэнергетической рентабельности проекта МГЭО как источник возникновения экономической синергии.

На первом этапе методики осуществляется оценка потенциала трансграничной реализации избыточной мощности по странам – потенциальным участникам проекта МГЭО.

В работе в качестве источника надежной и достоверной информации для оценки эффектов экономической синергии в проектах МГЭО использованы публикации Статистической комиссии Организации Объединенных Наций (ООН) по электроэнергетическим профилям стран мира [26]. В них дана общая

картина сектора электроэнергетики более 200 стран и регионов мира на международной сопоставимой основе за 2010-2015 гг. и раскрыта подробная информация о производстве, торговле и потреблении электроэнергии, о чистой установленной мощности и энергоэффективности для каждой из этих стран и регионов. С учетом технологических особенностей электроэнергетической отрасли [9], процесс обеспечения электричеством можно выразить компонентами электроэнергетического баланса по следующей формуле:

$$G + I - E = C + L, \tag{1}$$

где G – чистое производство энергии (внутригосударственные мощности);

E, I – экспорт и импорт (трансграничные мощности);

C – потребление всеми видами покупателей;

L – потери разнообразной природы, в том числе технологические, системные и пр.

Обозначим разницу между экспортом E и импортом I как чистый экспорт NE :

$$NE = E - I. \tag{2}$$

Тогда с учетом (2) формула (1) преобразуется к виду:

$$G - C - L = NE. \tag{3}$$

Логистические особенности электроэнергии, в первую очередь из-за того, что ее невозможно эффективно сохранять и передавать на большие расстояния, формируют серьезные потенциальные убытки из-за невозможности реализовать невостребованные мощности. Таким образом, обоснованность проекта МГЭО может основываться на показателях электроэнергетической рентабельности за счет минимизации нетехнологических потерь. Исходя из этой гипотезы, представляется целесообразным осуществить группировку стран мира по критериям, введенным в формуле (3) в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

КРИТЕРИИ ГРУППИРОВКИ СТРАН МИРА ПО ВОЗМОЖНОСТЯМ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОЙ МОЩНОСТИ

| Критерий | Значение |
|------------------------------|--|
| $G \leq C$ | Собственных источников электрогенерации недостаточно для внутреннего потребления |
| $(G > C) \wedge (L \leq NE)$ | Собственные источники электрогенерации обеспечивают внутреннее потребление, осуществляется эффективная трансграничная реализация избыточной мощности |
| $(G > C) \wedge (L > NE)$ | Собственные источники электрогенерации обеспечивают внутреннее |

| Критерий | Значение |
|-----------------------------|--|
| | потребление, но трансграничная реализация избыточной мощности осуществляется ограниченно (неэффективно) вследствие существенных потерь |
| $(G > C) \wedge (L \gg NE)$ | Собственные источники электрогенерации обеспечивают внутреннее потребление, но трансграничная реализация избыточной мощности практически не осуществляется вследствие высоких потерь. Чистый экспорт составляет менее 5% от потерь |

Для относительной оценки возможностей трансграничной реализации избыточной мощности по странам мира в работе предложены следующие коэффициенты, позволяющие оценить соотношения между отдельными элементами формулы (1):

- коэффициент производственного энергобаланса, отражающий соотношение национального чистого производства и национального потребления энергии:

$$k_{GC} = G / C, \tag{4}$$

где G – чистое производство энергии (внутригосударственные мощности);

C – потребление всеми видами покупателей;

- коэффициент торгового энергобаланса, характеризующий национальное соотношение импорта и экспорта электроэнергии:

$$k_{EI} = E / I, \tag{5}$$

где E, I – экспорт и импорт (трансграничные мощности);

- коэффициент энергопотерь, позволяющий оценить долю электроэнергетических потерь в общем объеме национального чистого производства:

$$k_{LG} = L / G, \tag{6}$$

где L – потери разнообразной природы, в том числе технологические, системные и пр.;

G – чистое производство энергии (внутригосударственные мощности).

Значения этих коэффициентов получено по формулам (4), (5) и (6) на основании исходных данных профилей электроэнергетического баланса. Результаты группировки стран мира в соответствии с показателями, рассчитанными по критериям табл. 1, представлены на рис. 1 с использованием соответствующего цветового кодирования.

Типовые примеры стран мира, попавших в выделенные группы, приведены в табл. 2 и в табл. 3.

Таблица 2

ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ СТРАН ПО ПОТЕНЦИАЛУ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОЙ МОЩНОСТИ (АБСОЛЮТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ГВт·ч)

| Группа | Страна | Чистое производство | Потребление | Чистый экспорт | Потери |
|------------------------------|---------|---------------------|-------------|----------------|---------|
| | | G | C | NE | L |
| $G \leq C$ | Греция | 46 702 | 51 372 | 8 819 | 4 149 |
| $(G > C) \wedge (L \leq NE)$ | Франция | 539 416 | 439 561 | 67 190 | 32 665 |
| $(G > C) \wedge (L > NE)$ | Россия | 994 657 | 880 042 | - 8 048 | 106 567 |

| Группа | Страна | Чистое производство | Потребление | Чистый экспорт | Потери |
|-----------------------------|--------|---------------------|-------------|----------------|---------|
| | | G | C | NE | L |
| $(G > C) \wedge (L \gg NE)$ | Индия | 1 278 907 | 955 927 | 4 998 | 327 978 |

Таблица 3

ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ СТРАН ПО ПОТЕНЦИАЛУ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОЙ МОЩНОСТИ (ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ)

| Группа | Страна | Кoeffициент производственного энергобаланса | Кoeffициент торгового энергобаланса | Кoeffициент энергопотерь, k_{LG} |
|------------------------------|---------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | k_{GC} | k_{EI} | k_{LG} |
| $G \leq C$ | Греция | 0,909 | 0,068 | 0,089 |
| $(G > C) \wedge (L \leq NE)$ | Франция | 1,227 | 9,534 | 0,061 |
| $(G > C) \wedge (L > NE)$ | Россия | 1,130 | 2,215 | 0,107 |
| $(G > C) \wedge (L \gg NE)$ | Индия | 1,338 | 0,000 | 0,256 |

На втором этапе методики, с учетом изложенной ранее специфики интеграционных проектов в мировой электроэнергетике, осуществляется выявление источников экономической синергии, обусловленных объединением нацио-

нальных ЭЭС. Для этого используется предложенная в работе классификация эффектов экономической синергии по функциональному и структурному признакам.

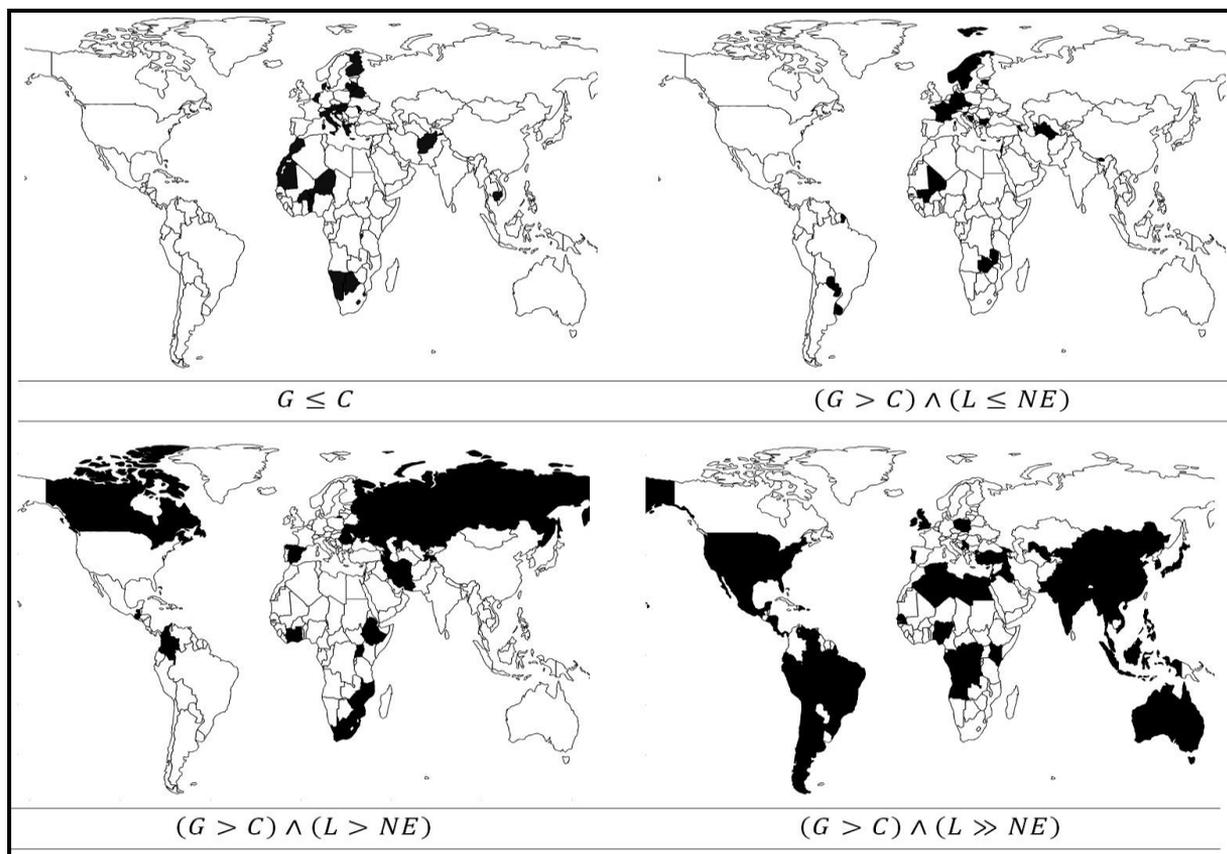


Рис. 1. Группировка стран мира по потенциалу трансграничной реализации избыточной мощности

По функциональному признаку будем различать:

- эффект операционной синергии в МГЭО, обусловленный влиянием регионального координатора (диспетчера), который позволяет консолидировать и оптимизировать режимы энергопотребления на всей территории МГЭО, прогнозировать и сглаживать скачки нагрузок на элементы электроэнергетической инфраструктуры; повышать надежность МГЭО за счет гарантирования поставок в единой системе; обеспечивать и поддерживать постоянство

нормативных показателей качества электроэнергии и электроэнергетического оборудования за счет масштабного эффекта; гарантировать взаимную помощь участников в критических и нештатных ситуациях;

- эффект управленческой синергии в МГЭО, обусловленный стимулирующей функцией регионального координатора, который прогнозирует предполагаемый спрос, и в соответствии с ним управляет деятельностью локальных продавцов, позволяя им генерировать

заранее регламентированные по объемам и срокам поставки, уменьшить локально и глобально оперативные резервы для критических и аварийных ситуаций; централизованное планирование и регулирование потребления позволяет локальным продавцам оптимизировать и рационализировать обслуживающие и ремонтные работы, выбрать наилучший график проведения этих работ по времени и по стоимости; оптимизировать загрузку конкретного продавца, тем самым уменьшая его производственные расходы, в особенности на топливные ресурсы; существенно снижать экологический вред за счет плана обеспечения поставок и нагрузок;

- эффект финансовой синергии в МГЭО, обусловленный снижением расходов локального участника на эксплуатацию и поддержание технологической инфраструктуры и оборудования; доступности более крупных проектов электроэнергетической интеграции и развития; также эффективная структура МГЭО позволяет локальному участнику строить долгосрочные инвестиционные и инфраструктурные планы в соответствии с общими вопросами развития региона.

По структурному признаку будем различать:

- субаддитивную синергию, которая имеет кратковременный характер проявления и выражается в снижении общих затрат за счет ликвидации излишних производственных процессов, снижения удельных затрат, повышения продаж, соединения имущества и капиталов, и прочих легко рассчитываемых балансовых составляющих;
- супераддитивную синергию, которая основывается на долгосрочных внебалансовых преимуществах проекта объединения – доступ к новым покупателям; взаимопомощь и совокупное дополнение в интегрированной структуре; развитие корпоративного и конкурентного потенциала; диверсификация производства, портфеля партнеров и всего бизнеса в целом.

Приведенная классификация является распространенной в известных источниках по концепции экономической синергии [15, 8] и применяется, в том числе, в смежных областях экономики ТЭК [14]. Субаддитивность выражается в снижении совокупных издержек участников объединения, а супераддитивность заключается в увеличении их кумулятивной эффективности.

В работе показана взаимосвязь между двумя приведенными выше признаками классификации, а именно: субаддитивная синергия соответствует рассмотренным ранее эффектам операционной и финансовой синергии в МГЭО, а супераддитивная – эффектам управленческой и финансовой синергии (табл. 4).

Таблица 4

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ КАТЕГОРИЯМИ СИНЕРГИИ В МГЭО

| Категории синергии | Операционная | Управленческая | Финансовая |
|--------------------|--------------|----------------|------------|
| Субаддитивная | X | - | X |
| Супераддитивная | - | X | X |

На третьем этапе методики осуществляется количественная оценка эффекта синергии в МГЭО. В работе примем, что эффект синергии образуется вследствие возникновения потоков дополнительных экономических выгод в адрес участников объединения – субаддитивного и супераддитивного потоков:

$$F^{sub} = Gw_1 - NEw_2; \tag{7}$$

$$F^{sup} = G'w_3 + L'w_4, \tag{8}$$

где: w_1, w_2, w_3, w_4 – весовые коэффициенты, отражающие интеграционные и дезинтеграционные факторы объединения;

G' – прогнозируемый прирост национального производства электроэнергии;

L' – оценка сокращения нетехнологической потери;

В расчетах принимается, что в ситуации как есть, когда потенциальные участники МГЭО рассматриваются по отдельности, весовые коэффициенты w_1, w_2, w_3, w_4 равны единице и представляют собой переводной коэффициент, а субаддитивный поток в формуле (7) сводится к текущему состоянию национального электроэнергетического баланса в экономическом выражении.

В ситуации как есть долгосрочные эффекты G', L' равны нулю, а супераддитивный поток в формуле (8) отсутствует.

При рассмотрении ситуации объединения в формате как будет весовые коэффициенты w_1, w_2, w_3, w_4 дополнительно вносят экспертную корректирующую оценку составляющих интеграционного процесса. Для оценки долгосрочных эффектов G', L' предполагается использовать методы теории игр.

Для расчета эффектов субаддитивной и супераддитивной синергии в работе используем модель капитализации потока экономических выгод:

$$S^{sub} = \frac{F^{sub}}{r-g}; S^{sup} = \frac{F^{sup}}{r-g}, \tag{9}$$

где F^{sub} – субаддитивный поток экономических выгод;

F^{sup} – супераддитивный поток экономических выгод;

r – ставка дисконтирования;

g – прогнозируемый темп роста потоков экономических выгод.

Модель (9) аналогична модели Гордона [1], используемой для оценки бизнеса стабильных компаний на рынке ценных бумаг, и применяется при допущении стабильно растущего бессрочного потока в модели дисконтирования.

При построении модели также следует учесть, что в проектах трансграничной электроэнергетической интеграции также присутствуют диссинергические слагаемые, являющиеся факторами расходов на организационно-экономические мероприятия по проекту; затраты на ресурсное, технологическое и инфраструктурное дополнение участников; мероприятия на унификацию и стандартизацию механизмов производства и эксплуатацию и т.п.

Тогда для оценки эффекта экономической синергии в МГЭО получим с учетом (7), (8), (9) следующую формулу:

$$S = \sum_{i=1}^n (S_i^{sub} + S_i^{sup}) - R, \tag{10}$$

где S_i^{sub} , S_i^{sup} – эффекты субаддитивной и супераддитивной синергии для локального участника (как будет);

R – затраты на интеграционные мероприятия.

Следует также отметить, что, несмотря на технико-экономические преимущества интеграционного процесса, ему существенно препятствуют политические и социально-экономические факторы. Различия научно-технического и производственного-технологического потенциала смежных стран, серьезное влияние межгосударственной напряженности и конфликтов, а также прочие внешнеполитические факторы заметно снижают эффективность и заинтересованность в электроэнергетическом сотрудничестве на трансрегиональном уровне. Поэтому при разработке проектов кооперации в энергетической сфере политические и страновые риски требуют детального и долгосрочного анализа.

Предложенная модель представляется перспективной для оценки обоснованности проектов МГЭО, так как основывается на технологических особенностях процесса обеспечения и потребления электричества, а также позволяет учитывать региональный физико-географический и инфраструктурный потенциал государств-участников электроэнергетической интеграции.

Разработка методики экспертно-аналитической оценки ключевых выгод и рисков проекта межгосударственного электроэнергетического объединения ЕАЭС

Методика предназначена для количественной экспертно-аналитической оценки приоритетов и рисков стран-участниц МГЭО ЕАЭС. В силу существенной значимости организационно-экономических и социально-политических факторов первоначальный отбор игроков и формируемые ими кооперативные структуры выбираются на основе метода анализа иерархий Саати [13, 24] в форме субоптимальных коалиционных объединений. Они в свою очередь исследуются посредством модели кооперационной игры.

На первом этапе методики осуществляется формирование состава стран – участниц проекта МГЭО ЕАЭС с группировкой по уровню интеграции исходя из результатов анализа международных правовых актов по ЕАЭС и общему рынку электроэнергии, а также прогнозов экономического развития стран ЕАЭС и потребностей в топливно-энергетических ресурсах [2, 3, 23, 5, 4]. По степени интеграции стран в МГЭО ЕАЭС будем различать следующие группы (табл. 5).

Таблица 5

СОСТАВ СТРАН – УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС

| Группа | Степень интеграции | Состав |
|--------|---------------------------|---|
| 1 | Участие в ОЭР | Российская Федерация, Белоруссия, Казахстан |
| 2 | Стадия переговоров | Киргизия, Армения |
| 3 | Стадия заинтересованности | Молдавия, Таджикистан, Узбекистан |

На втором этапе методики выполняется идентификация ключевых выгод и рисков стран – участ-

ниц проекта МГЭО ЕАЭС. При формировании такого крупного проекта электроэнергетического объединения необходимо учитывать ключевые тренды электроэнергетики [25], а также новые требования международных потребителей энергоресурсов, в первую очередь это Европейский союз (ЕС), Китайская Народная Республика (КНР), Япония, Корея, Индия, с которыми планируется дальнейшая трансграничная торговля:

- значительность экологических требований, выраженная даже в политических мероприятиях по контролю климата, замедления опустынивания плодородных земель и регламентации выбросов парниковых газов;
- задача энергоэффективности, стимулирующая как существенное сокращение использования электроэнергии конечными потребителями, так и реорганизующая топливно-энергетические отрасли стран и национальных электроэнергетический баланс стратегия перехода от сжигаемых источников энергии (углеводородов) к источникам с более мягким эффектом для окружающей среды;
- увеличение доли автономной и возобновляемой энергетики по всему миру, причем со значительными темпами роста в развивающихся регионах (Африка, Индия, Юго-Восточная Азия), создающее большой объем предложения местными участниками регионального рынка электроэнергетики;
- глобальные интеграционные процессы в других регионах мира, стимулирующие появление новых поставщиков и новых каналов электроэнергетических ресурсов, диверсификацию предложений на общем рынке, и переход от олигополистической инфраструктуры к полностью конкурентному механизму, требующий от существующих участников серьезного наращивания конкурентного потенциала.

Для топливно-энергетического комплекса государства и его энергетической политики важны три ключевых инфраструктурно-технологических компонента: месторождения, логистика и поставщики. Другими словами, системные свойства технологического комплекса характеризуется качеством механизмов взаимодействия между непосредственными источниками энергетических ресурсов, путей их доставки и субъектов – организаторов поставок. Поэтому региональное расширение стимулирует важнейшие проекты точек роста для будущего ТЭК.

Так как на практике преимущества интеграционного проекта не смогут реализоваться в полной мере, а также проявятся неучтенные дезинтеграционные эффекты, необходимо оценить средне ожидаемые значения предполагаемого синергетического эффекта. Для этого при помощи группы экспертов составлена балльная оценка ключевых факторов потенциала и рисков евроазиатского МГЭО. Потенциалом будем считать интенсивное использование доступных преимуществ стран-участниц, выраженный такими категориями:

- ресурсный потенциал, представленный всем спектром источников национальных топливно-энергетических ресурсов, в особенности ископаемое топливо, гидрологические ресурсы, источники для атомной промышленности и возобновляемые ресурсы;
- производственный потенциал, рассматривается в форме номенклатурной оценки существующих электроэнергетических мощностей по генерации, инфраструктурной и коммуникационно-сетевой обеспеченности, развитости национальной электроэнергетики и качества национального регулирования электроэнергетического комплекса; и т.п.;

- транзитный потенциал, кроме непосредственного отражения доступности и обеспеченности средствами для сухопутной и морской трансграничной торговли электроэнергией, формирует значительные долгосрочные стратегические перспективы и преимущества. Протяженное межгосударственное интеграционное образование может участвовать в разнообразных партнерских проектах, обходя проблемы геополитических рисков и запретительных мер для отдельной страны.

В ближней перспективе сохраняется возможность взаимодействия с потенциальными партнерами, входящие в сомнительные геополитические альянсы. В основном это немаловажные технологии добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов, в первую очередь, сланцев и газогидратов, и возможности законодательно разрешенного развития уже существующих проектов с транснациональными компаниями (ТНК) Total, Shell, Exxon-Mobil, British Petroleum, Statoil, Wintershall, OMV, Royal Dutch Shell, Engie и др.

В средней перспективе это доступ к новым рынкам, преимущественно китайским и южноазиатским потребителям, и их активно развивающимся экономикам, требующих качественно нового объема энергетических ресурсов. Значительна возможность перенесения акцента на них в рамках программы развития Нового Шелкового пути. А также приоритетна поддержка позиций на европейском рынке за счет диверсификации маршрутов через неустойчивые Восточную Европу и Ближний Восток посредством новых направлений через Северное и Средиземное море.

В дальней перспективе это ускоренное развитие морской формы торговли при помощи разнообразной водной инфраструктуры, уменьшающей все геополитические риски, связанные с наземной торговлей через транзитные страны. Спектр данных методов довольно широк: от использования подводных линий электропередачи (ЛЭП) до интенсивного использования сжиженных углеводородов подаваемых на арендуемые электростанции под ключ.

В работе была выполнена формализация перечисленных выше преимуществ (выгод) и рисков стран – участниц МГЭО ЕАЭС. В качестве ключевых выгод для дальнейшего экспертного оценивания были определены:

- P_1 – национальная электроэнергетика (возможность использования единой системы общесоюзного топливно-энергетического комплекса, ТЭК);
- P_2 – генерация (развитие производства за счет долгосрочных гарантированных контрактов);
- P_3 – передача (развитие услуг по распределению электроэнергии за счет ЕАЭС и долгосрочных контрактов);
- P_4 – сбыт и управление (интенсивное использование единой электроэнергетической системы для централизованной регуляции и гармонизации национальных ЭЭС);
- P_5 – ископаемое топливо (гарантированная реализация ресурсного потенциала энергоресурсов в форме ископаемого топлива за счет обмена технологиями, кадрами и другими системными преимуществами);
- P_6 – гидрологические ресурсы (гарантированная реализация ресурсного потенциала энергоресурсов в форме гидрологических ресурсов и долгосрочных проектов ГЭС за счет обмена технологиями, кадрами и другими системными преимуществами);
- P_7 – ядерное топливо (гарантированная реализация ресурсного потенциала энергоресурсов в форме ядер-

ной энергии и долгосрочных проектов атомной электроэнергетических станций (АЭС за счет обмена технологиями, кадрами и другими системными преимуществами);

- P_8 – возобновляемые ресурсы (гарантированная реализация ресурсного потенциала энергоресурсов в форме возобновляемых ресурсов и систем умного города за счет обмена технологиями, кадрами и другими системными преимуществами);
- P_9 – транзитный потенциал (возможность совместного использования технологической инфраструктуры для единой системы электроэнергетики);
- P_{10} – сухопутные границы (расширение возможностей транснациональной торговли электроэнергией);
- P_{11} – морские границы (интенсивное использование морских маршрутов поставок энергоресурсов для устранения транзитных проблем трансграничной торговли).

Кроме преимуществ объединяемых государств, необходимо детально рассмотреть отрицательные аспекты их потенциала, выраженные ключевыми факторами риска:

- военно-политические риски, олицетворяющие наличие военной напряженности в регионе, нерешенных конфликтов, значительное влияние террористических группировок, неустойчивость политического режима, активное проявление сепаратистских и радикальных групп граждан, акцент на агрессивной политической силе и др.;
- социально-экономические риски, представленные развитием национальной экономики, заинтересованностью в качестве и прозрачности рыночных правил торговли, зрелости деловой культуры;
- инфраструктурно-технологические риски, которые обобщены до интегральных показателей технического и морального износа национального электроэнергетического оборудования.

В качестве ключевых рисков для дальнейшего экспертного оценивания выделены:

- R_1 – военная напряженность;
- R_2 – политическая напряженность;
- R_3 – террористическая напряженность;
- R_4 – региональная напряженность;
- R_5 – недостаточный уровень развитости национальной экономики;
- R_6 – экономическое расслоение общества;
- R_7 – недостаточный уровень зрелости деловой культуры;
- R_8 – недостаточный уровень зрелости гуманитарной культуры;
- R_9 – технический износ ЭЭС;
- R_{10} – моральный износ.

На третьем этапе методики осуществляется оценка ключевых выгод и рисков проекта МГЭО ЕАЭС на основе метода анализа иерархий (МАИ). Этот метод предоставляет возможность свести сложную задачу многокритериальной оптимизации к алгоритму последовательного попарного сравнения разнозначных критериев и альтернатив, формируя при этом количественное выражение строгой последовательности взаимопорядоченных вариантов с учетом выбранных весовых коэффициентов приоритетов.

Принцип иерархической организации, применяемый при данном методе, позволяет рассмотреть сложную проблему в качестве постепенного сопоставления компонент нижестоящего уровня относительно их вышестоящей структуры, называемой вершиной. Вся проблема анализируется относительно глобальной цели принятия решения, помещаемой в вершину иерархической структуры, и существующих нижестоящих альтернатив, позволяю-

щих данную цель достигнуть. Между целью и альтернативами помещаются детализированные подструктуры критерии, факторы и пр. Выходящий из компоненты иерархической модели узел называют дочерним элементом, формирующий этот узел компонент считается родительским элементом. Таким образом, пул дочерних узлов является группой сравнения по отношению к своей родительской структуре. После композиции иерархической модели выполняется определение приоритетов каждого узла структуры, которое заключается в отражении относительной значимости компонент каждой группы сравнения посредством безразмерных положительных численных характеристик, ограниченных единицей (т.е. сумма значений в группе равна единице обычно).

Этапы анализа состоят из последовательной оценки на каждом уровне рассматриваемой задачи. Если представить структуру МАИ в виде графа, то рассмотрение начинается сверху вниз, с целей, далее следуют критерии выбора, а затем рассматриваемые альтернативы. Причем на каждом из уровней возможна детализация на глобальные и локальные подструктуры. Концептуально-графическая формализация проблемы считается первым шагом исследования и проектирования модели иерархии.

Рассматриваемые варианты оптимизируются по некоторым критериям принятия решения, которые при помощи специальных мер соотносятся друг с другом, а также строго определяется существенность значений этих самых критериев между собой (оценка приоритетов или весовых коэффициентов критериев). Пусть оцениваемые факторы обозначаются x_i , критерии выбора и оценивания – $r(x_i)$, а коэффициенты приоритетов критериев – w_i . Причем, для простоты шкалирования и соотношения размерностей разномастных величин, $r(x_i) \in [0, 1]$, $w_i \in (0, 1)$, $\sum w_i = 1$. Тогда можно записать формальное выражение для некоторого обобщенного интегрального показателя выбора, учитывающего значение критериев и весовых коэффициентов, называемого [11] оператором свертки Y :

$$Y = F(r(x), w), \quad (11)$$

где F – функциональное преобразование, выполняющее непосредственную свертку.

Оно может быть представлено любыми принципами проектирования универсального показателя, но самыми частыми являются аддитивный (простой) и мультипликативный принципы, которые соответственно формируют, либо взвешенную сумму

$$Y = \sum_{j=1}^m w_j r_j(x), \text{ либо взвешенное произведение}$$

$$Y = \prod_{j=1}^m r_j(x)^{w_j}.$$

Выбор правил оценки весовых коэффициентов для приоритетов критериев и их последующее назначение для примеров из реальной выборки является довольно нетривиальной и в некоторой степени субъек-

тивной проблемой в силу того, что и методика вычисления приоритетов, и полученные итоговые значения для разных вариантов будут варьироваться, особенно при существовании схожих субоптимальных решений. Поэтому стоит пояснить концепцию качественных шкал ранжирования и количественных методов их расчета.

Самый элементарный метод – простое ранжирование, заключающееся в последовательном упорядочивании важности критериев w_j с назначением j -му критерию $m - j + 1$ баллов, где m – общее количество критериев, и их последующей нормировкой:

$$w_j = \frac{m - j + 1}{\sum_{j=1}^m j}. \quad (12)$$

Другой принцип ранжирования – установление соотношения f^0 между критериями. Оно может быть представлено в форме качественного сравнения при помощи простых лингвистических переменных (больше и меньше) или других более сложных интервальных шкал, которые затем преобразованы к числовому виду, так и непосредственно в виде количественных закономерностей и функциональных зависимостей F :

$$w_j = f^0(r_j, F(r_1, \dots, r_m)). \quad (13)$$

При анализе и количественной оценки критериев и коэффициентов их существенности необходимо стремиться к согласованности критериев между собой. Данную задачу можно описать как требование к несуществованию некоторого доминирующего главного критерия. Так как, если бы он существовал, то задача оптимизации теряет свой математический смысл. Формальное выражение для требований можно представить так:

$$\sum f(x_j) \rightarrow \max, \exists f(x_i) > f(x_j). \quad (14)$$

Принципы математической алгоритмизации, предложенные Саати [1, 24], позволяют интерактивно производить поиск наилучшего решения для проекта, представленного множеством количественных и качественных показателей, численно представить лингвистические оценки экспертов, сопоставить варианты с неравной ценностью формализовать, и в итоге согласовать участие и степень значимости каждого свойства в вычисляемом глобальном показателе. В такой постановке многокритериальная оптимизация сводится к максимизации линейной свертки критериев:

$$\exists Y^* : Y^* = \max \sum_{i=1}^n w_i r_i(x_i), \quad (15)$$

где x_i – возможные варианты;

$r(x_i)$ – некоторые функции ранжирования вариантов;

w_i – некоторые весовые коэффициенты;

Y^* – выбираемый вариант.

Далее аналитик производит попарное сопоставление элементов каждого слоя иерархических структур (подструктур), посредством преобразования разноформатных мнений экспертов в численное

выражение, акцентируя внимание на взаимоотношении компонент внутри рассматриваемого в данный момент слоя (субслоя). Вычисленные значения локальных компонент составляют матрицу H , называемую *матрицей попарных суждений*:

$$H = \begin{pmatrix} 1 & h_{12} & h_{13} & \dots & h_{1n} \\ 1/h_{12} & 1 & h_{23} & \dots & h_{2n} \\ 1/h_{13} & 1/h_{23} & 1 & \dots & h_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/h_{1n} & 1/h_{2n} & 1/h_{3n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$h_{ii} = 1, h_{ij} = 1/h_{ji};$$

Если мнения экспертов представлены в лингвистической форме, то для преобразования их в количественные значения применяется 9-балльная шкала для сопоставления относительности значимости компонент с численными оценками. Таким образом формируются вычисляемые показатели значимости компонент, согласованности их друг с другом, а также локальные и глобальные численные характеристики компонент каждого уровня моделей. Количественное сравнение и синтез выполняется для каждой подструктуры модели иерархии.

Экспертная оценка ключевых выгод и рисков по десятибалльной шкале по странам – участницам МГЭО ЕАЭС приведена в табл. 6 и 7. При этом страны сгруппированы по степени интеграции в МГЭО, а именно: участие в ОЭР (группа 1), стадия переговоров (группа 2), стадия заинтересованности (группа 3).

Расчет показателей ключевых выгод и рисков в табл. 6 и 7 был выполнен с использованием процедуры экспертного оценивания. Использование ряда экспертных взглядов позволяет оперативно выполнить многофакторный анализ совокупной структуры факторов, оказывающих различное влияние на проект, сформулировать описательную модель рисков и в итоге выразить их в количественной форме.

Таблица 6

ОЦЕНКА ВЫГОД СТРАН-УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС

| Страна | Критерии | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | P ₁ | P ₂ | P ₃ | P ₄ | P ₅ | P ₆ | P ₇ | P ₈ | P ₉ | P ₁₀ | P ₁₁ |
| Стадия участия в ОЭР | | | | | | | | | | | |
| РФ | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 7 |
| Белоруссия | 6 | 8 | 7 | 7 | 4 | 3 | 1 | 2 | 6 | 7 | 1 |
| Казахстан | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 2 | 8 | 6 | 8 | 9 | 4 |
| Стадия переговоров | | | | | | | | | | | |
| Кыргызстан | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 4 | 6 | 1 |
| Армения | 6 | 9 | 8 | 9 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| Стадия заинтересованности | | | | | | | | | | | |
| Молдова | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Таджикистан | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 6 | 4 | 6 | 1 |
| Узбекистан | 2 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 8 | 6 | 4 | 4 | 1 |

Таблица 7

ОЦЕНКА РИСКОВ СТРАН-УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС

| Страна | Критерии |
|--------|----------|
|--------|----------|

| | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₈ | R ₉ | R ₁₀ |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Стадия участия в ОЭР | | | | | | | | | | |
| РФ | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| Белоруссия | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 6 | 5 | 4 | 5 |
| Казахстан | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5 |
| Стадия переговоров | | | | | | | | | | |
| Киргизия | 4 | 5 | 7 | 5 | 4 | 9 | 7 | 9 | 8 | 10 |
| Армения | 8 | 2 | 3 | 8 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| Стадия заинтересованности | | | | | | | | | | |
| Молдавия | 7 | 5 | 2 | 8 | 4 | 6 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| Таджикистан | 4 | 5 | 7 | 5 | 6 | 10 | 7 | 9 | 8 | 10 |
| Узбекистан | 4 | 5 | 7 | 5 | 7 | 9 | 7 | 8 | 7 | 9 |

При использовании методов из теории экспертного оценивания [11, 6, 22, 12, 7, 10] важным аспектом субъективного анкетирования и консолидации выводов становится ключевые параметры процесса качественного и количественного исследования, а именно достаточность сформированной экспертной группы, обоснованность их решений и согласованность их мнений.

Полученные результаты экспертно-аналитической оценки приоритетов и рисков стран – участниц МГЭО ЕАЭС позволяют перейти к решению задач сценарного анализа проекта МГЭО ЕАЭС.

Сценарный анализ эффектов экономической синергии при реализации проекта межгосударственного электроэнергетического объединения ЕАЭС

Выполненный анализ организационных и технико-экономических показателей электроэнергетических рынков стран-участниц ЕАЭС и разработанный научно-методический аппарат для оценки эффективности проектов их интеграции позволяет выполнить расчет и анализ эффекта экономической синергии в образующем МГЭО.

Для расчета интегрального эффекта экономической синергии используем введенную ранее формулу (1), приняв для практических оценок $R = 0$, поскольку основной целью исследования является сравнительный анализ выгод участников для различных сценариев, а их расходы на осуществление интеграционных мероприятий можно принять в этом случае условно-постоянной величиной:

$$S = \sum_{i=1}^n (S_i^{sub} + S_i^{sup}), \quad (17)$$

где S_i^{sub} , S_i^{sup} – эффекты субаддитивной и суперрадитивной синергии для локального участника.

При этом эффекты S_i^{sub} , S_i^{sup} рассчитываются по формуле (9) следующим образом:

$$S_i^{sub} = \frac{F_i^{sub}}{r-g}; S_i^{sup} = \frac{F_i^{sup}}{r-g}, \quad (18)$$

где F_i^{sub} , F_i^{sup} – субаддитивный и суперрадитивный потоки экономических выгод для локального участника;

r – ставка дисконтирования;

g – прогнозируемый темп роста потоков экономических выгод.

Показатели электроэнергетические профилей стран-участниц МГЭО ЕАЭС и соответствующие коэффициенты для оценки потенциала трансграничной реали-

зации избыточной электрической мощности, приведены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОФИЛЕЙ СТРАН – УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС

| Страна | Электроэнергетические показатели, ГВт·ч | | | | | |
|-------------|---|----------------|------------|-----------|-----------|--------------------|
| | чистое производство, G | потребление, C | экспорт, E | импорт, I | потери, L | чистый экспорт, NE |
| РФ | 994 657 | 880 042 | 14 671 | 6 623 | -106 567 | 8 048 |
| Белоруссия | 32 518 | 32 649 | 4 488 | 7 806 | -3 187 | - 3 318 |
| Казахстан | 85 290 | 76 676 | 2 917 | 1 749 | -7 446 | 1 168 |
| Киргизия | 14 302 | 11 058 | 72 | 286 | -3 458 | - 214 |
| Армения | 7 389 | 5 353 | 1 314 | 206 | -928 | 1 108 |
| Молдавия | 836 | 3 697 | - | 3 342 | -481 | - 3 342 |
| Таджикистан | 16 448 | 12 333 | 1 326 | 33 | -2 822 | 1 293 |
| Узбекистан | 52 243 | 47 453 | 13 122 | 13 216 | -4 884 | - 94 |

Таблица 9

КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗБЫТОЧНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ В СТРАНАХ – УЧАСТНИЦАХ МГЭО ЕАЭС

| Страна | Коэффициент производственного энергобаланса, k_{GC} | Коэффициент торгового энергобаланса, k_{IE} | Коэффициент энергопотери, k_{LG} |
|-------------|---|---|------------------------------------|
| РФ | 1,130 | 2,215 | 0,107 |
| Белоруссия | 0,996 | 0,575 | 0,098 |
| Казахстан | 1,112 | 1,668 | 0,087 |
| Киргизия | 1,293 | 0,252 | 0,242 |
| Армения | 1,380 | 6,379 | 0,126 |
| Молдавия | 0,226 | 0,000 | 0,575 |
| Таджикистан | 1,334 | 40,182 | 0,172 |
| Узбекистан | 1,101 | 0,993 | 0,093 |

Таблица 10

ТАРИФЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В СТРАНАХ – УЧАСТНИЦАХ МГЭО ЕАЭС ЗА 2015-2017 гг.¹

| Страна | Тариф на электроэнергию, в рублях за 1 кВт·ч | |
|-------------|--|-------------|
| | p_i^{min} | p_i^{max} |
| Россия | 1,79 | 5,61 |
| Беларусь | 1,91 | 10,5 |
| Казахстан | 5 | 6 |
| Кыргызстан | 0,63 | 0,76 |
| Армения | 4,62 | 5,8 |
| Молдова | 4,8 | 7,8 |
| Таджикистан | 1,11 | 1,3 |
| Узбекистан | 3,1 | 3,43 |

Для оценки значений субаддитивного и супераддитивного потоков экономических выгод в формуле (3) необходимо некоторый перейти от натуральных измерений показателей электроэнергетических балансов стран-участниц в (в ГВт·ч) к стоимостным показателям (в трлн. Руб.). Для этого в работе были использованы сведения по тарифам на электроэнергию за 1 кВт·ч в странах – участницах МГЭО ЕАЭС за 2015-2017 гг., приведенные к округленным значениям (без учета сезонных и региональных скидок) в российских рублях по курсам валют на конец 2017 г. Они приведены в табл. 10.

¹ Примечание к табл. 10: подробнее см.: <http://peretok.ru/articles/distribution/8026>.

В работе общесоюзные стоимостные характеристики потоков экономических стран-участниц оцениваются исходя из затратного вклада стран-участниц, рассчитанного на основе объемов их потерь в натуральном выражении (параметр L) и национальных тарифов (табл. 10). Для каждой страны рассчитываются весовые коэффициенты по формуле:

$$w_i = \frac{(L_i)}{\sum_{i=1}^m (L_i)}, \tag{19}$$

где L'_i – оценка электроэнергетических потерь i -го участника.

Расчет оценок национальных тарифов на электроэнергию с учетом весовых коэффициентов (4) выполнен в табл. 11.

В табл. 11 расчет итоговых значений стоимости реализации электроэнергии (для конечных потребителей) на территории ЕАЭС выполнен в форме обобщенной дисперсии экстремальных значений национальных цен p_i^* на электроэнергию:

$$p^0 \triangleq \Delta p^* = \begin{cases} \sum_{i=1}^m w_i p_i^{min} \\ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m w_i (p_i^{max} + p_i^{min}), \\ \sum_{i=1}^m w_i p_i^{max} \end{cases}, \tag{20}$$

где w_i – весовой коэффициент, рассчитываемый по формуле (4).

Таким образом, на основании (5) получаем интервальную оценку стоимости энергии $p^0 = \{2,01; 3,73; 5,46\}$ руб/кВт·ч, что позволяет выполнить анализ эффектов экономической синергии в МГЭО ЕАЭС для следующих сценариев:

- пессимистического ($p^0 = 2,01$);
- реалистического ($p^0 = 3,73$);
- оптимистического ($p^0 = 5,46$).

При проведении анализа также необходимо учесть влияние на МГЭО ЕАЭС военно-политических и технико-экономических аспектов интеграции. Для этого будут использованы полученные ранее экспертные оценки приоритетов (табл. 6) и рисков (табл. 7) стран-участниц. Свертка этих оценок выполнена в работе по следующим вариантам:

- равнозначная аддитивная свертка;
- аддитивная свертка с приоритетом военно-политических аспектов;

- аддитивная свертка с приоритетом технико-экономических аспектов.

Предложенный подход позволяет учесть специфику решаемой задачи, которая заключается в существенном влиянии военно-политических и технико-экономических аспектов интеграционного процесса, что означает необходимость модификации модели синергии, основанной на сугубо рациональных целях повышения продаж и максимизации финансовой выгоды. Для этих целей расчет выполнен с учетом возможности негативной ситуации совокупного ухудшения воен-

но-политического или технико-экономического состояния участников при помощи разных коэффициентов значимости критериев. При выполнении аддитивной свертки по трем вариантам вводятся коэффициенты значимости критериев военно-политического и социально-экономического состояния участников МГЭО. Эти коэффициенты выполняют функции усиления существенности экспертных оценок в табл. 6 и 7 для конкретного развития хода событий.

Таблица 11

ВЗВЕШЕННАЯ ОЦЕНКА НАЦИОНАЛЬНЫХ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

| Страна | Потери, L_i | Весовой коэффициент, w_i | Оценка национального тарифа на электроэнергию с учетом веса | | |
|-------------|---------------|----------------------------|---|-------------------------------|---|
| | | | минимальная, $w_i p_i^{min}$ | максимальная, $w_i p_i^{max}$ | средняя $w_i \frac{p_i^{max} + p_i^{min}}{2}$ |
| РФ | 106 567 | 0,821 | 1,47 | 4,61 | 3,04 |
| Беларуссия | 3 187 | 0,025 | 0,05 | 0,26 | 0,15 |
| Казахстан | 7 446 | 0,057 | 0,29 | 0,34 | 0,32 |
| Киргизия | 3 458 | 0,027 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Армения | 928 | 0,007 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| Молдавия | 481 | 0,004 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Таджикистан | 2 822 | 0,022 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Узбекистан | 4 884 | 0,038 | 0,12 | 0,13 | 0,12 |
| Итого | 129 773 | 1 | 2,01 | 3,73 | 5,46 |

Значения коэффициентов значимости выгод и рисков для различных вариантов свертки приведены в табл. 12.

Расчет функционалов свертки выгод и рисков стран-участниц МГЭО ЕАЭС осуществляется по формуле:

$$W_i = \frac{\frac{1}{n_p} \sum_{k=1}^{n_p} w_k P_k^i}{\frac{1}{n_r} \sum_{k=1}^{n_r} w_k R_k^i}, \quad (21)$$

где P_k^i – оценки ключевых выгод (см. табл. 6);

R_k^i – оценки ключевых рисков (см. табл. 7);

w_k – коэффициенты значимости ключевых выгод (табл. 12 и 13);

n_p, n_r – количество критериев выгод и рисков соответственно.

Значения функционалов свертки, рассчитанные для стран-участниц МГЭО ЕАЭС по формуле (6), сведены в табл. 14 и 15. Полученные результаты позволяют перейти к оценке параметров субаддитивного и супераддитивного потоков экономических выгод для локального участника. Их расчет выполнен в соответствии с введенными ранее формулами (7) и (8) следующим образом:

Таблица 12

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗНАЧИМОСТИ ВЫГОД И РИСКОВ w_k СТРАН – УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС ДЛЯ СУБАДДИТИВНОГО ПОТОКА

| Выгоды (P), риски (R) | Вариант аддитивной свертки | | |
|-----------------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| P_1 | 1 | 1 | 1 |
| P_2 | 1 | 1 | 1 |
| P_3 | 1 | 1 | 1 |
| P_4 | 1 | 1 | 1 |
| P_5 | 1 | 1 | 1 |
| P_6 | 1 | 1 | 1 |
| P_7 | 1 | 1 | 1 |
| P_8 | 1 | 1 | 1 |
| P_9 | 1 | 0,9 | 1 |
| P_{10} | 1 | 0,9 | 1 |
| P_{11} | 1 | 0,9 | 1 |
| R_1 | 1 | 4 | 1 |
| R_2 | 1 | 4 | 1 |
| R_3 | 1 | 4 | 1 |
| R_4 | 1 | 4 | 1 |
| R_5 | 1 | 1 | 2 |
| R_6 | 1 | 1 | 2 |
| R_7 | 1 | 1 | 2 |
| R_8 | 1 | 1 | 2 |
| R_9 | 1 | 1 | 2 |
| R_{10} | 1 | 1 | 2 |

| Выгоды (P), риски (R) | Вариант аддитивной свертки | | |
|-----------------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| P_1 | 1 | 1 | 1 |
| P_2 | 1 | 1 | 0,8 |
| P_3 | 1 | 1 | 0,8 |
| P_4 | 1 | 1 | 0,8 |
| P_5 | 1 | 1 | 1 |
| P_6 | 1 | 1 | 1 |
| P_7 | 1 | 1 | 1 |
| P_8 | 1 | 1 | 1 |
| P_9 | 1 | 0,9 | 1 |
| P_{10} | 1 | 0,9 | 1 |
| P_{11} | 1 | 0,9 | 1 |
| R_1 | 1 | 4 | 1 |
| R_2 | 1 | 4 | 1 |
| R_3 | 1 | 4 | 1 |
| R_4 | 1 | 4 | 1 |
| R_5 | 1 | 1 | 2 |
| R_6 | 1 | 1 | 2 |
| R_7 | 1 | 1 | 2 |
| R_8 | 1 | 1 | 2 |
| R_9 | 1 | 1 | 2 |
| R_{10} | 1 | 1 | 2 |

Таблица 13

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗНАЧИМОСТИ ВЫГОД И РИСКОВ w_k СТРАН – УЧАСТНИЦ МГЭО ЕАЭС ДЛЯ СУПЕРАДДИТИВНОГО ПОТОКА

| Выгоды (P), риски (R) | Вариант аддитивной свертки | | |
|-----------------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| P_1 | 1 | 1 | 1 |
| P_2 | 1 | 1 | 1 |
| P_3 | 1 | 1 | 1 |

| Выгоды (P), риски (R) | Вариант аддитивной свертки | | |
|-----------------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| P ₄ | 1 | 1 | 1 |
| P ₅ | 1 | 1 | 1 |
| P ₆ | 1 | 1 | 1 |
| P ₇ | 1 | 1 | 1 |
| P ₈ | 1 | 1 | 1 |
| P ₉ | 1 | 1 | 1 |
| P ₁₀ | 1 | 1 | 1 |
| P ₁₁ | 1 | 1 | 1 |
| R ₁ | 1 | 2 | 1 |
| R ₂ | 1 | 2 | 1 |
| R ₃ | 1 | 2 | 1 |
| R ₄ | 1 | 2 | 1 |
| R ₅ | 1 | 1 | 2 |
| R ₆ | 1 | 1 | 2 |
| R ₇ | 1 | 1 | 1 |
| R ₈ | 1 | 1 | 1 |
| R ₉ | 1 | 1 | 1 |
| R ₁₀ | 1 | 1 | 1 |

Таблица 14

**ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛОВ СВЕРТКИ W_i
ПО СТРАНАМ – УЧАСТНИЦАМ МГЭО ЕАЭС
ДЛЯ СУБАДДИТИВНОГО ПОТОКА**

| Страна | Вариант аддитивной свертки | | |
|-------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| Россия | 2,5 | 1,2 | 1,4 |
| Беларусь | 1,4 | 0,9 | 0,7 |
| Казахстан | 0,6 | 0,3 | 0,3 |
| Кыргызстан | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| Армения | 1,4 | 0,5 | 0,9 |
| Молдова | 1,4 | 0,7 | 0,8 |
| Таджикистан | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| Узбекистан | 0,6 | 0,3 | 0,3 |

- субаддитивный поток оценивается как выгода от возможности трансграничной реализации внутренней избыточной электроэнергетической мощности каждого участника МГЭО ЕАЭС:

$$F_i^{sub} = p^0 (G_i - NE_i) W_i^{sub}, \quad (22)$$

где p^0 – взвешенная оценка национальных тарифов на электроэнергию в МГЭО, рассчитанная по формуле (5) и по табл. 11;

G , NE – чистое производство и чистый экспорт i -го участника по табл. 15;

W_i^{sub} – функционал свертки, рассчитанный по формуле (6) по табл. 14.

- супераддитивный поток оценивается как выгода от прироста национального производства электроэнергии и прироста ее реализации за счет гарантии поставок и сокращения нетехнологических потерь:

$$F_i^{sup} = p^0 (G_i' + L_i') W_i^{sup}, \quad (23)$$

где p^0 – взвешенная оценка национальных тарифов на электроэнергию в МГЭО, рассчитанная по формуле (5) по табл. 11;

G_i' – прогнозируемый прирост национального производства электроэнергии;

L_i' – оценка сокращения нетехнологических потерь;

W_i^{sup} – функционал свертки, рассчитанный по формуле (6) по табл. 15.

Таблица 15

**ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛОВ СВЕРТКИ W_i
ПО СТРАНАМ-УЧАСТНИЦАМ МГЭО ЕАЭС
ДЛЯ СУПЕРАДДИТИВНОГО ПОТОКА**

| Страна | Вариант аддитивной свертки | | |
|-------------|----------------------------|--|--|
| | равнозначная | с приоритетом военно-политических аспектов | с приоритетом технико-экономических аспектов |
| РФ | 2,5 | 1,9 | 2,1 |
| Белоруссия | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| Казахстан | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| Киргизия | 0,5 | 0,3 | 0,4 |
| Армения | 1,4 | 0,9 | 1,2 |
| Молдавия | 1,4 | 1,0 | 1,2 |
| Таджикистан | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Узбекистан | 0,6 | 0,4 | 0,5 |

Для прогноза долгосрочных темпов роста электроэнергетического производства G_i' формуле (8) использованы показатели производства и потребления национальных электроэнергетических отраслей стран-участниц ЕАЭС, рассчитанные по данным статистической комиссии ООН в приложении В. и усредненные по всем участникам:

$$G_i' = 1,12G_i, \quad (24)$$

где G_i – текущее чистое производство i -го участника (см. табл. 8).

Оценка нетехнологических электроэнергетических потерь L_i' в формуле (8) выполнена экспертно и принята в работе как 60% национальных электроэнергетических потерь, которых гипотетически можно было избежать при условии образования МГЭО:

$$L_i' = 0,6L_i, \quad (25)$$

где L_i – текущая величина потерь i -го участника (см. табл. 8).

Результаты оценки субаддитивного и супераддитивного потоков, выполненные по формулам (7) и (8) представлены в табл. 9, 10 и 11.

В табл. 11 представлены результаты расчета интегрального потока экономических выгод:

$$F_i = F_i^{sub} + F_i^{sup}, \quad (26)$$

где F_i^{sub} , F_i^{sup} – субаддитивный и супераддитивный потоки экономических выгод для локального участника. Полученные оценки потоков экономических выгод позволяют рассчитать эффекты синергии по формуле (3).

При этом важным моментом является обоснование используемого значения ставки дисконтирования r и темпа роста потоков экономических выгод g . В работе используется премиальная модель кумулятивной ставки дисконтирования r , учитывающая

поправки на риск вложения за счет гарантированно-го роста предполагаемой доходности.

Таблица 16

ОЦЕНКА СУБАДДИТИВНОГО ПОТОКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЫГОД ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-политическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка |
| РФ | 4,867 | 13,200 | 9,034 | 2,478 | 6,720 | 4,599 | 2,726 | 7,394 | 5,060 |
| Белоруссия | 0,103 | 0,280 | 0,192 | 0,065 | 0,176 | 0,121 | 0,052 | 0,141 | 0,097 |
| Казахстан | 0,103 | 0,278 | 0,190 | 0,050 | 0,135 | 0,093 | 0,057 | 0,156 | 0,107 |
| Киргизия | 0,013 | 0,036 | 0,025 | 0,006 | 0,015 | 0,010 | 0,008 | 0,021 | 0,015 |
| Армения | 0,017 | 0,047 | 0,032 | 0,006 | 0,016 | 0,011 | 0,011 | 0,030 | 0,021 |
| Молдавия | 0,012 | 0,032 | 0,022 | 0,005 | 0,015 | 0,010 | 0,007 | 0,018 | 0,012 |
| Таджикистан | 0,015 | 0,040 | 0,028 | 0,007 | 0,020 | 0,014 | 0,008 | 0,022 | 0,015 |
| Узбекистан | 0,060 | 0,164 | 0,112 | 0,030 | 0,081 | 0,056 | 0,034 | 0,091 | 0,063 |

Таблица 17

ОЦЕНКА СУПЕРАДДИТИВНОГО ПОТОКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЫГОД ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-политическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка |
| РФ | 5,811 | 15,760 | 10,786 | 4,460 | 12,095 | 8,277 | 4,917 | 13,336 | 9,126 |
| Белоруссия | 0,110 | 0,300 | 0,205 | 0,093 | 0,254 | 0,174 | 0,091 | 0,247 | 0,169 |
| Казахстан | 0,122 | 0,331 | 0,226 | 0,091 | 0,248 | 0,170 | 0,102 | 0,278 | 0,190 |
| Киргизия | 0,017 | 0,045 | 0,031 | 0,011 | 0,031 | 0,021 | 0,014 | 0,037 | 0,026 |
| Армения | 0,024 | 0,066 | 0,045 | 0,015 | 0,041 | 0,028 | 0,022 | 0,060 | 0,041 |
| Молдавия | 0,003 | 0,009 | 0,006 | 0,003 | 0,007 | 0,005 | 0,003 | 0,008 | 0,005 |
| Таджикистан | 0,020 | 0,054 | 0,037 | 0,015 | 0,041 | 0,028 | 0,016 | 0,044 | 0,030 |
| Узбекистан | 0,071 | 0,192 | 0,132 | 0,054 | 0,145 | 0,099 | 0,057 | 0,154 | 0,106 |

Таблица 18

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОТОКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЫГОД ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-политическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка |
| РФ | 10,678 | 28,960 | 19,819 | 6,938 | 18,815 | 12,876 | 7,644 | 20,730 | 14,187 |
| Белоруссия | 0,214 | 0,580 | 0,397 | 0,159 | 0,430 | 0,294 | 0,143 | 0,388 | 0,266 |
| Казахстан | 0,225 | 0,609 | 0,417 | 0,141 | 0,383 | 0,262 | 0,160 | 0,434 | 0,297 |
| Киргизия | 0,030 | 0,081 | 0,055 | 0,017 | 0,046 | 0,032 | 0,022 | 0,059 | 0,040 |
| Армения | 0,042 | 0,114 | 0,078 | 0,021 | 0,058 | 0,040 | 0,033 | 0,090 | 0,062 |
| Молдавия | 0,015 | 0,041 | 0,028 | 0,008 | 0,022 | 0,015 | 0,010 | 0,026 | 0,018 |
| Таджикистан | 0,035 | 0,094 | 0,064 | 0,022 | 0,061 | 0,041 | 0,025 | 0,067 | 0,046 |
| Узбекистан | 0,131 | 0,356 | 0,244 | 0,084 | 0,227 | 0,155 | 0,091 | 0,246 | 0,168 |

В первую очередь, оценивается экономическая целесообразность в целом, отражающая безрисковые инвестиции в государственные долговые бумаги, характеризующиеся наибольшей потенциальной надежностью и наименьшей доходностью. Таким образом выбирается некая исходная минимальная доходность, с которой сравниваются все последующие варианты.

На основании сведений о годовой процентной ставке бескупонной доходности государственных долговых ценных бумаг (по данным Центрального банка РФ, подробнее см.: http://www.cbr.ru/hd_base/zscus_params/), для расчета безрисковой составляющей ставки дисконтирования, выбрана средняя ставка бескупонной доходности рынка государственных краткосрочных обязательств – облигаций федерального займа (ГКО-ОФЗ) РФ в размере 8,6%.

Все остальные формы вложения условно считаются рисковыми и выполняется поиск оптимального компромисса между повышением потенциальной ценности инвестирования и ростом риска вложений. Рисковая составляющая ставки дисконтирования является значительным субъективным показателем даже при значительном математическом обосновании, так как отражает эффективность относительно непосредственно рассматриваемого проекта. На основании сведений о ключевых индикаторах индексов акций Московской биржи (подробнее см.: <http://www.moex.com/ru/index/MICEX-INDEXCF/archive/#/from=2012-02-01&till=2018-02-01&sort=TRADEDATE&order=desc>), для расчета рисковой премии за вложение в корпоративные ценные бумаги, выбрана ставка исходя из статистики по индексам акций Московской биржи в размере 11%.

Далее добавляются премии на специфические риски, которые выражают особенности реализации анализируемого проекта в конкретных региональных, социально-экономических и отраслевых условиях:

- региональный или страновой риск, который отражает региональную заинтересованность в проекте, политическую обстановку в государстве и ее влияние на организационно-экономические процессы, особенности национального рынка долевого ценных бумаг;
- отраслевой риск, учитывающий особенности рынка, на котором реализуется проект. В особенности это свойства его размеров и объемов, конкурентоспособность, особенности отраслевого спроса и предложения, вероятность падения объемов продаж;
- корпоративный риск, отражающий негативные процессы в процессе управления проектом: надежность экономических агентов, эффективность организационно-экономических механизмов, внутренние проблемы при воплощении проекта;
- риск реализуемости, учитывающий проблемные ситуации, возникающие в процессе реализации проекта: нарушение платежеспособности экономических агентов, нарушение технических условий реализации проекта, нарушение сроков, целей, расходов проекта и пр.

Значительную часть специфической составляющей рисковой премии составляет страновой риск, который отражает региональную заинтересованность в проекте, политическую обстановку в государстве и ее влияние на организационно-экономические процес-

сы, особенности национального рынка долевого ценных бумаг. Размер этой рисковой премии выбирается с приоритетом относительно участника интеграционного проекта с наименьшим значением по принципу слабого звена кооперационных мероприятий в соответствии с табл. 19.

Таблица 19

ПРЕМИЯ ЗА СТРАНОВЫЙ РИСК²

| Страна | Предлагаемая рисковая премия за региональную специфику, % | Комплексная оценка вероятности государства обеспечить выполнение экономических обязательств, % |
|-------------|---|--|
| РФ | 5 | 51 |
| Белоруссия | 7 | 40 |
| Казахстан | 2 | 62 |
| Киргизия | 9 | 20 |
| Армения | 7 | 40 |
| Молдавия | 7 | 30 |
| Таджикистан | 10 | 10 |
| Узбекистан | 9 | 30 |

Таким образом, итоговая величина ставки дисконтирования по кумулятивной модели составит:

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 8,6\% + 11\% + 7\% = 26,6\% \quad (27)$$

где r_1 – безрисковая составляющая;

r_2 – премия за вложение в корпоративные ценные бумаги;

r_3 – премия за страновой риск.

Для прогноза долгосрочного развития результатов проекта интеграционного объединения необходимо оценить темпы динамики электроэнергетической отрасли в дальней перспективе. Для этих целей воспользуемся сведениями по электроэнергетическим национальным профилям производства и потребления электроэнергии за период с 2009 по 2014 гг.

Используемой в прогнозной модели показатель общесоюзного среднегодового темпа прироста будет оцениваться, как средневзвешенная сумма национальных показателей g_i , с акцентом на долю энергетического потенциала участников D_i в МГЭО:

$$g = \sum_{i=1}^m g_i D_i; \quad g_i = \sum_{t=2010}^{2014} g_{it}; \quad D_i = \frac{\sum_{t=2009}^{t=2014} c_{it}}{\sum_{t=2009}^{t=2014} c_{it}}; \quad (28)$$

где g_{it} – среднегодовой показатель темпа прироста потребления электроэнергии в i -м государстве-участнике;

c_{it} – годовой показатель потребления электроэнергии в i -м государстве-участнике;

m – количество участников.

Итоговое значение, рассчитанное по формуле с использованием данных из приложения В, составило $g = 3,2\%$.

Результаты расчета субаддитивного и супераддитивного эффектов экономической синергии по формуле (3) приведены в табл. 17 и 18.

² Примечание к табл. 19: по данным <https://www.euromoney.com/research-and-awards/surveys-and-awards/country-risk-survey>.

В табл. 19 приведены оценки интегрального эффекта экономической синергии:

$$S_i = S_i^{sub} + S_i^{sup}, \tag{29}$$

где S_i^{sub} , S_i^{sup} – субаддитивный и супераддитивный эффекты экономической синергии для локального участника.

Обоснованность получаемых выводов, основывается на многостороннем рассмотрении вопроса оценки экономической эффективности проекта электроэнергетического объединения с учетом макроэкономической специфики задачи и предположениях о

многовариантных, сценарных отклонениях в процессе принятия решения.

Итоговая экономическая синергия проекта МГЭО ЕАЭС формируется добавочной экономической эффективностью всей кооперативной структуры в целом:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i, \tag{30}$$

где S_i – интегральный эффект экономической синергии для локального участника.

Значения эффекта интегральной экономической синергии проекта МГЭО ЕАЭС представлены в табл. 20.

Таблица 20

ОЦЕНКА СУБАДДИТИВНОГО ЭФФЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИНЕРГИИ ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-экономическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка |
| РФ | 20,800 | 56,411 | 38,605 | 10,589 | 28,718 | 19,654 | 11,651 | 31,599 | 21,625 |
| Белоруссия | 0,441 | 1,197 | 0,819 | 0,278 | 0,754 | 0,516 | 0,222 | 0,603 | 0,412 |
| Казахстан | 0,438 | 1,189 | 0,814 | 0,213 | 0,579 | 0,396 | 0,246 | 0,666 | 0,456 |
| Киргизия | 0,057 | 0,154 | 0,105 | 0,024 | 0,065 | 0,044 | 0,033 | 0,091 | 0,062 |
| Армения | 0,074 | 0,202 | 0,138 | 0,026 | 0,070 | 0,048 | 0,048 | 0,130 | 0,089 |
| Молдавия | 0,050 | 0,136 | 0,093 | 0,023 | 0,064 | 0,044 | 0,029 | 0,078 | 0,053 |
| Таджикистан | 0,064 | 0,173 | 0,118 | 0,031 | 0,085 | 0,058 | 0,035 | 0,096 | 0,066 |
| Узбекистан | 0,258 | 0,700 | 0,479 | 0,128 | 0,348 | 0,238 | 0,144 | 0,391 | 0,268 |

Таблица 21

ОЦЕНКА СУПЕРАДДИТИВНОГО ЭФФЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИНЕРГИИ ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-экономическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка | пессимистическая оценка | оптимистическая оценка | реалистичная оценка |
| РФ | 24,834 | 67,351 | 46,093 | 19,059 | 51,688 | 35,374 | 21,014 | 56,990 | 39,002 |
| Белоруссия | 0,472 | 1,281 | 0,876 | 0,400 | 1,084 | 0,742 | 0,390 | 1,056 | 0,723 |
| Казахстан | 0,521 | 1,413 | 0,967 | 0,391 | 1,060 | 0,725 | 0,438 | 1,187 | 0,812 |
| Киргизия | 0,071 | 0,192 | 0,131 | 0,049 | 0,133 | 0,091 | 0,059 | 0,160 | 0,109 |
| Армения | 0,105 | 0,284 | 0,194 | 0,065 | 0,177 | 0,121 | 0,094 | 0,254 | 0,174 |
| Молдавия | 0,015 | 0,040 | 0,027 | 0,011 | 0,029 | 0,020 | 0,012 | 0,034 | 0,023 |
| Таджикистан | 0,085 | 0,230 | 0,157 | 0,064 | 0,174 | 0,119 | 0,070 | 0,189 | 0,129 |
| Узбекистан | 0,303 | 0,822 | 0,562 | 0,229 | 0,621 | 0,425 | 0,243 | 0,659 | 0,451 |

Таблица 22

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ЭФФЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИНЕРГИИ ОТ УЧАСТИЯ В МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-экономическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|--------|---------------------------------|------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка |

| Страна | Равнозначная аддитивная свертка | | | Аддитивная свертка с военно-экономическим приоритетом | | | Аддитивная свертка с технико-экономическим приоритетом | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|--|------------------------|---------------------|
| | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка | Пессимистическая оценка | Оптимистическая оценка | Реалистичная оценка |
| РФ | 45,635 | 123,762 | 84,698 | 29,648 | 80,407 | 55,027 | 32,665 | 88,588 | 60,627 |
| Белоруссия | 0,914 | 2,478 | 1,696 | 0,677 | 1,837 | 1,257 | 0,612 | 1,659 | 1,135 |
| Казахстан | 0,959 | 2,602 | 1,781 | 0,604 | 1,639 | 1,122 | 0,683 | 1,853 | 1,268 |
| Киргизия | 0,127 | 0,346 | 0,237 | 0,073 | 0,198 | 0,135 | 0,092 | 0,251 | 0,171 |
| Армения | 0,179 | 0,485 | 0,332 | 0,091 | 0,248 | 0,169 | 0,142 | 0,384 | 0,263 |
| Молдавия | 0,065 | 0,176 | 0,120 | 0,034 | 0,093 | 0,064 | 0,041 | 0,112 | 0,076 |
| Таджикистан | 0,148 | 0,403 | 0,276 | 0,095 | 0,259 | 0,177 | 0,105 | 0,285 | 0,195 |
| Узбекистан | 0,561 | 1,522 | 1,041 | 0,357 | 0,969 | 0,663 | 0,387 | 1,050 | 0,719 |

Таблица 23

ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИНЕРГИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МГЭО ЕАЭС

Трлн. руб.

| Способ свертки | Способ оценки | Значение синергии |
|---|-------------------------|-------------------|
| Равнозначная аддитивная свертка | Пессимистическая оценка | 48,588 |
| | Оптимистическая оценка | 131,772 |
| | Реалистичная оценка | 90,180 |
| Аддитивная свертка с приоритетом военно-политических аспектов | Пессимистическая оценка | 31,581 |
| | Оптимистическая оценка | 85,649 |
| Аддитивная свертка с приоритетом технико-экономических аспектов | Пессимистическая оценка | 58,615 |
| | Пессимистическая оценка | 34,728 |
| | Оптимистическая оценка | 94,182 |
| | Реалистичная оценка | 64,455 |

Анализ экономической целесообразности проекта МГЭО ЕАЭС должен исходить не только из чисто финансовых соображений эффективности, окупаемости и отдачи инвестиций. Предложенная в работе методика позволяет провести оценку экономической целесообразности формирования интеграционных межгосударственных электроэнергетических объединений, имеющих значительную стратегическую ценность для государств ЕАЭС. Предложенная модель оценки эффекта экономической синергии проекта МГЭО ЕАЭС направлена на анализ не только прироста отдачи инвестиций, но и формирования значительной общественной ценности для всех государств-партнеров. Представленный метод позволяет комплексно исследовать и консолидировать аспекты экономической целесообразности интеграционных мероприятий и задач национальной стратегии и технико-экономического суверенитета. Рациональность проектов МГЭО оценивается не только с позиций экономической эффективности, но и с более глубокой точки зрения организационных, инфраструктурных, технологических, социальных и политических аспектов возможного применения варианта интеграции для формирования ОЭР ЕАЭС. Поэтому необходимо отметить следующие его особенности:

- новый рынок основывается на объединении ЭЭС шести государств с абсолютно различной архитектурой и дизайнами национальных рынков. Данная ситуация во многом идентична рассматриваемому объединению ЕАЭС;

- все участвующие в объединении рынки сохраняют за собой право оставаться неизменными с точки зрения правил и будущих планов развития, что является безусловным плюсом для каждой из участвующих государств;
- за счет строительства новой линии электропередач (ЛЭП) и создания новой трансграничной энергопередающей системы, связывающей национальные ЭЭС всех участвующих государств появилась возможность производить беспрепятственную передачу электроэнергии через энергосистему иного государства, а также проводить сделки купли / продажи электроэнергии между субъектами, находящимися в разных географических районах и государствах, в любых требуемых объемах;
- несмотря на свободную торговлю предметом сделок купли / продажи является только избыточная для каждой национальной ЭЭС электроэнергия, обеспечивая тем самым локальную энергобезопасность участвующих государств, но перевешивает приоритеты в сторону национальных интересов, а не интересов ЕЭЭС;
- учет опыта мировой электроэнергетической интеграции в ЕАЭС, отличающиеся от известных использованием количественных оценок эффектов экономической синергии от объединения электроэнергетических систем как действующих (РФ, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Республика Армения, Киргизская Республика), так и потенциальных участников (Республика Молдавия, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан), и позволяющие определить направления совершенствования общего рынка электроэнергии ЕАЭС с учетом перспектив реализации стратегических евразийских энергоинфраструктурных проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современного состояния и тенденций формирования межгосударственных, региональных, континентальных и трансконтинентальных электроэнергетических объединений и энергоинфраструктурных проектов в Европе, Азии, Северной, Центральной и Латинской Америке и в Африке позволил выявить ключевые факторы, оказывающие влияние на их становление и развитие. К интеграционным факторам относятся ожидаемые экономические выгоды стран-участниц от реализации ресурсного, производственного и транзитного потенциала в условиях расширения электроэнергетических рынков и трендов повышения энергоэффективности, экологичности и цифровизации электроэнергетики. Дезинтеграционными факторами являются риски возникновения экономического ущерба вследствие военно-политической и социально-экономической напряженности и организационно-технологического рассогласования электроэнергетических систем стран-участниц.

Рассмотрена зависимость между эффектом экономической синергии при формировании межгосударственного электроэнергетического объединения и показателями, характеризующими выявленными интеграционными и дезинтеграцион-

ными факторами и сформирована модель рациональной коалиционной структуры стран-участниц МГЭО ЕАЭС по критерию максимизация эффекта экономической синергии на основе оценок экономических выгод и рисков исходя из анализа данных по национальным электроэнергетическим профилям и прогнозов потребления и генерации электроэнергии.

Для оценки эффективности объединения электроэнергетических рынков стран ЕАЭС предложен новый научно-методический аппарат в виде комплекса взаимосвязанных авторских методик: методики оценки эффектов экономической синергии в межгосударственных электроэнергетических интеграционных проектах; методики теоретико-игрового моделирования интеграционных объединений в электроэнергетике; методики оценки выгод и рисков проекта межгосударственного электроэнергетического объединения ЕАЭС. Исходными данными для разработки научно-методического аппарата послужили данные Статистической комиссии ООН по электроэнергетическим профилям стран мира, международные правовые акты по ЕАЭС и общему рынку электроэнергии, прогнозы экономического развития стран ЕАЭС и потребностей в ТЭР из официальных аналитических источников, что обусловило обоснованность и достоверность полученных результатов.

Получены новые результаты сценарного анализа проекта межгосударственного электроэнергетического объединения стран ЕАЭС в виде количественной оценкой эффектов субаддитивной и супераддитивной экономической синергии. Расчет выполнен по пессимистичному, оптимистичному и реалистичному сценариям в зависимости от национальных тарифов на электроэнергию и прогноза спроса на энергоресурсы. С учетом военно-политических, технико-экономических и равнозначных приоритетов при принятии решений, а также системных и специфических рисков евразийской электроэнергетической интеграции определено пространство интеграционных перспектив и дана оценка экономически рациональных границ интеграционного процесса. Исходя из полученных сценарных оценок и сравнительного анализа организационных и технико-экономических характеристик национальных электроэнергетических рынков стран ЕАЭС предложены рекомендации по практической реализации опыта мировой электроэнергетической интеграции в ЕАЭС на основе оценки эффективности объединения электроэнергетических рынков.

Литература

1. Асаул А.Н. и др. Основы бизнеса на рынке ценных бумаг [Текст] : учеб. / А.Н. Асаул, Н.А. Асаул, Р.А. Фалтинский ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.Н. Асаула. – СПб. : АНО «ИПЭВ», 2008. – 207 с.
2. Васильева Н.А. К вопросу о формировании Евразийского союза: теоретический аспект [Текст] / Н.А. Васильева, М.Л. Лагутина // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2011. – №10. – С. 166-172.
3. Васильева Н.А. Формирование Евразийского союза в контексте глобальной регионализации [Текст] / Н.А. Васильева, М.Л. Лагутина // Евразийская экономическая интеграция. – 2012. – №3. – С. 78-89.
4. Винокуров Е.Ю. Евразийский экономический союз будет способствовать импортозамещению [Текст] / Е.Ю. Винокуров // Евразийская экономическая интеграция. – 2015. – №1. – С. 90-94.
5. Володин В.М. и др. Перспективы функционирования Евразийского экономического союза и возможности его расширения [Текст] / В.М. Володин, Ю.А. Кафтулина, Ю.И. Русакова // Изв. ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. – 2015. – №1. – С. 276-285.
6. Жуковский В.И. Риски при конфликтных ситуациях [Текст] / В.И. Жуковский. – М. : Ленанд, 2017. – 328 с.
7. Зильберова И.Ю. и др. Модель экспертного оценивания, основанная на теории измерения латентных переменных [Электронный ресурс] / И.Ю. Зильберова, А.Л. Маилян, С.А. Баркалов, С.И. Моисеев // Наукоедение. – 2015. – Т. 7 ; № 6. URL: <http://naukovedenie.ru/pdf/91evn615.pdf>.
8. Касьяненко Т.Г. Синергия в современной экономике: определение и типология [Текст] / Т.Г. Касьяненко, Д.А. Иванов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – №6. – С. 18-25.
9. Короткевич М.А. Эксплуатация электрических сетей [Текст] : учеб. / М.А. Короткевич. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 350 с.
10. Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении [Текст] / Б.Г. Литвак. – М. : Дело, 2004. – 400 с.
11. Лотов А.В. Многокритериальные задачи принятия решений [Текст] : учеб. пособие / А.В. Лотов, И.И. Поспелова. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
12. Рупосов В.Л. Методы определения количества экспертов [Текст] / В.Л. Рупосов // Вестн. Иркутского гос. техн. ун-та. – 2015. – №3. – С. 286-292.
13. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети [Текст] / Т. Саати. – М. : Ленанд, 2018. – 360 с.
14. Саркисов А.С. Использование синергетических эффектов при формировании инвестиционной политики нефтегазовых компаний [Текст] / А.С. Саркисов, В.В. Гузь // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2013. – №5. – С. 6-13.
15. Филиппова А.В. Интеграционные процессы в мировой электроэнергетике в контексте концепции экономической синергии [Текст] / А.В. Филиппова // Аудит и финансовый анализ. – 2017. – №3-4. – С. 552-560
16. Филиппова А.В. Модель оценки экономической синергии при трансграничной интеграции электроэнергетических производственных систем [Текст] / Н.Н. Швец, А.В. Филиппова // VII Чарновские чтения: сб. тр. Всерос. конф. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1 дек. 2017 г.). – М. : НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Высш. шк. инженерного бизнеса, 2018. – С. 178-188.
17. Швец Н.Н. Локализация производства электротехнического оборудования как фактор обеспечения энергетической безопасности государства в условиях глобального рынка [Текст] / Н.Н. Швец, Г.В. Колесник // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – №16. – С. 37-45.
18. Швец Н.Н. Перспективы привлечения иностранного капитала в российский электросетевой комплекс [Текст] / Н.Н. Швец, Д.Л. Валькова // Вестн. МГИМО ун-та. – 2015. – №1. – С. 183-188.
19. Швец Н.Н. Развитие отечественной электротехнической промышленности в контексте обеспечения энергетической безопасности России [Текст] / Н.Н. Швец // Энергия единой сети. – 2016. – №1. – С. 4-12.
20. Швец Н.Н. Современные проблемы обеспечения энергетической безопасности России в сфере электроэнергетики и пути их решения [Текст] / Н.Н. Швец // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – №31. – С. 9-16.
21. Швец Н.Н. Экономика электросетевого комплекса [Текст] : учеб. пособие / Н.Н. Швец. – М. : МГИМО (У) МИД РФ, 2016. – 230 с.
22. Эксперты [Электронный ресурс] // Центр стратегических разработок. URL: <https://www.csr.ru/spisok-ekspertov/>.
23. Chufirin G. et al. Eurasian economic union: a 6 months report [Text] / G. Chufirin, M. Lagutina, K. Boguslavskva // Russian analytical digest. – 2015. – Vol. 170. – Pp. 1-16.
24. Saaty T.L. Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks [Text] / T.L. Saaty, L.G. Vargas. – Springer, 2006. – 286 p.

25. The Energy union's five dimensions: policy observations at member state and EU level [Electronic resource]. ANNEX 2 to the communication from the Commission second report on the state of the Energy union. COM(2017) 53. 1.2.2017. P. 3. URL: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/annex2-2nd-report-state-energy-union_en.pdf.
26. United nations statistics division. Energy balances and electricity profiles c. URL: <https://unstats.un.org/unsd/energy/Eprofiles/default.htm>.

Ключевые слова

Евразийский экономический союз; межгосударственное электроэнергетическое объединение; общий электроэнергетический рынок; эффект экономической синергии.

Швец Николай Николаевич

Филиппова Алина Валерьевна

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность материалов, изложенных в рецензируемой статье, обусловлена современным интеграционными процессами в электроэнергетике стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Авторы изложили результаты разработки методического подхода к оценке целесообразности проектов евразийского межгосударственного электроэнергетического объединения. Предложенный подход отличается комплексностью и междисциплинарностью. Авторы достаточно аргументированно обосновывают возможность применения основных положений концепции экономической синергии в новой прикладной области исследования – для оценки эффективности трансграничных интеграционных процессов в электроэнергетике.

В статье подробно раскрыто содержание методик, в своей совокупности реализующих авторский подход к решению проблемы оценки эффективности евразийских энергоинфраструктурных проектов. Первая методика разработана для расчета субаддитивного и супераддитивного эффекта экономической синергии от объединения национальных электроэнергетических систем на основе выявления потенциала трансграничной реализации избыточной электроэнергетической мощности. Вторая методика предназначена для экспертной оценки стран-участниц с использованием метода анализа иерархий по авторским наборам критериев. Преимуществом предложенного в статье методического подхода является многосторонняя оценка перспектив реализации стратегических евразийских инфраструктурных проектов и анализ мероприятий по формированию единого электроэнергетического пространства ЕАЭС. В заключительной части статьи авторы приводят результаты сценарного анализа проекта межгосударственного электроэнергетического объединения стран ЕАЭС, позволяющие убедиться в практической ценности научно-методических разработок.

Изложенные материалы отличаются научной новизной, имеют теоретическую значимость и практическую ценность. Рецензируемая статья отвечает всем требованиям, предъявляемым к научным публикациям, подготовлена на высоком научно-методическом уровне, содержит оригинальный авторский подход к решению проблем в исследуемой предметной области. Статья рекомендуется к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Дрогозов П.А., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой предпринимательства и внешнеэкономической деятельности Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г. Москва.

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)