

УДК 338.27:621.11

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2018

Оценка и учет инвестиционных рисков при прогнозных исследованиях развития ТЭК¹

Ю.Д. Кононов,
Д.Ю. Кононов,
Институт систем энергетики
им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
г. Иркутск

Аннотация

Обосновывается важность оценки и учета инвестиционных рисков в прогнозах развития ТЭК. Рассматриваются способы такой оценки в оптимизационных моделях при формировании прогнозной области, а также при определении стратегических угроз энергетической безопасности.

Ключевые слова: ТЭК, прогнозирование, неопределенность, стратегические угрозы, инвестиционные риски, моделирование, оптимизация, дисконтирование.

Содержание

Введение

1. Оценка инвестиционных рисков в оптимизационных моделях ТЭК
2. Оценка инвестиционных рисков при анализе стратегических угроз

Заключение

Литература

Введение

Долгосрочное прогнозирование развития ТЭК призвано дать целевые ориентиры и необходимую информацию для разработки Энергетической стратегии и политики, программ развития отраслевых и региональных систем энергетики, а также стратегических планов энергетических компаний. Реализация этих целей требует решения ряда взаимосвязанных задач, среди которых можно выделить определение области возможного и эффективного развития систем энергетики, вероятной динамики цен на топливо и энергию, стратегических угроз энергетической и национальной безопасности.

Решение каждой из этих задач требует многовариантных расчетов, комплексной оценки вариантов развития систем энергетики на разных иерархических уровнях, учета при их сравнении экономической эффективности, прямых и косвенных последствий (рисков), связанных с реализацией того или иного варианта или стратегии.

Развитие методологии и методов долгосрочного прогнозирования ТЭК долгое время шло в основном путем усложнения используемых экономико-математических моделей и создания модельно-компьютерных комплексов. В последние годы этот процесс замедлялся, поскольку он вступил в противоречие с принципом соответствия используемого методического инструментария неопределенности исходных данных [1]. Этому принципу отвечает поэтапный

¹ Работа отражает результаты исследований, выполняемых по гранту РФФИ (№ 16-06-00091-а).

подход к сужению области неопределенности условий и результатов прогнозных исследований ТЭК [2]. Его особенности: выделение и решение в ходе итерационных расчетов ключевых задач, использование на каждом временном этапе разных моделей и разной степени их агрегирования. При этом на начальном этапе рассматривается максимальный горизонт прогнозирования (более 20—25 лет) и минимальное количество иерархических уровней моделей (рисунок).

Поэтапный процесс прогнозирования от отдаленного к близкому будущему не исключает последующей обратной итерации прогнозных исследований — корректировки долгосрочных прогнозов по результатам углубленного анализа не столь отдаленной перспективы. На каждом из этих временных этапов итеративные расчеты (сверху вниз и снизу вверх) позволяют учесть особенности раз-

вития (возможности и требования) систем разного иерархического уровня, формирующих общенергетическую систему страны. При этом целесообразно в прогнозах на перспективу до 15—20 лет учитывать возможную реакцию потенциальных инвесторов на прогнозируемое изменение цен и спроса, а также оценивать влияние изменения условий на инвестиционные риски.

Необходимость количественной оценки и учета инвестиционных рисков возникает на всех этапах прогнозирования развития ТЭК. Универсальных способов такой оценки нет. Во многих случаях решающую роль играет мнение экспертов.

Цель данной статьи — выделить основные задачи прогнозных исследований, где проблема количественной оценки инвестиционных рисков особенно значима, и предложить возможные методические подходы к их решению.

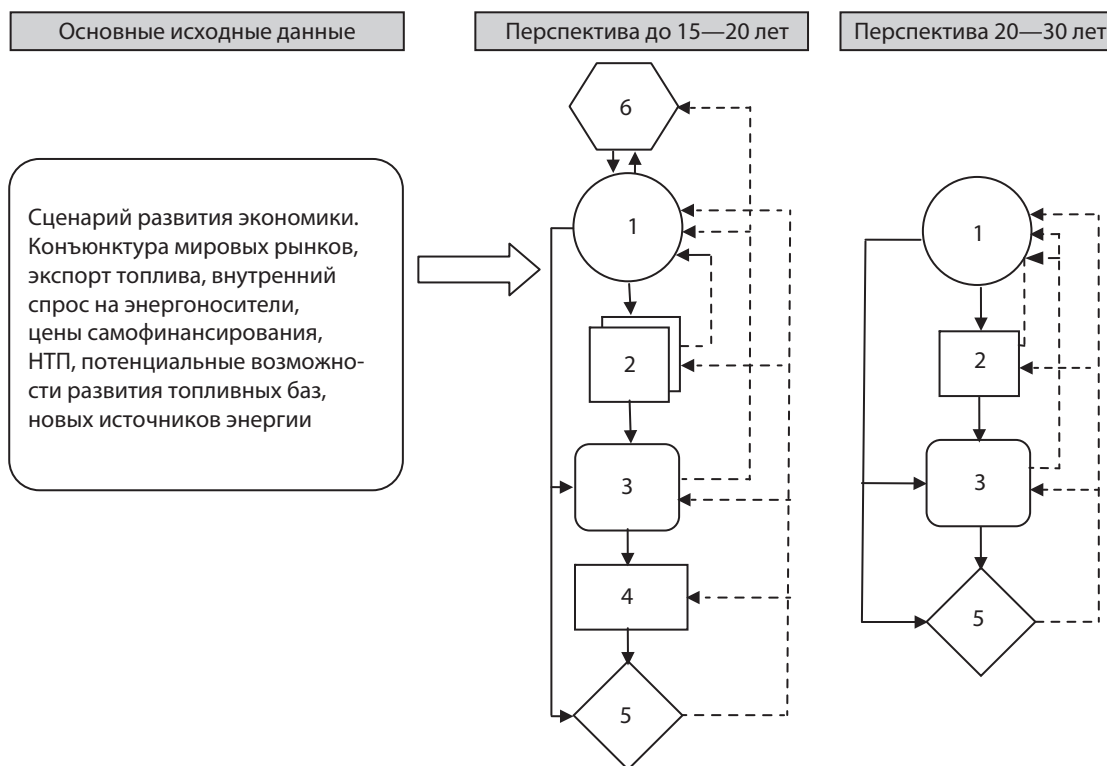


Рисунок. Система взаимосвязей между задачами и моделями, используемыми при исследовании вариантов долгосрочного развития ТЭК:

1 — ТЭК; 2 — электроэнергетика и другие отрасли ТЭК; 3 — конъюнктура региональных энергетических рынков (спрос и цены); 4 — барьеры и угрозы; 5 — энергоснабжение регионов, энергетические компании; 6 — макроэкономика

1. Оценка инвестиционных рисков в оптимизационных моделях ТЭК

Прогнозирование развития ТЭК и формирующих его отраслевых систем основывается на многовариантных расчетах с использованием оптимизационных моделей. Поиск сбалансированных и рациональных решений в этих моделях, как правило, осуществляется по критерию минимума денежных затрат на обеспечение заданной потребности в энергоносителях.

Для соизмерения ежегодных эксплуатационных расходов и единовременных инвестиционных затрат в плановой экономике использовались нормативные коэффициенты эффективности капиталовложений. Значения этих коэффициентов устанавливались отдельно для разных отраслей, изменяясь от 0,1 до 0,33 [3]. Наиболее высокие значения применялись для химической и легкой промышленности, а минимальные — для энергетики и транспорта.

В рыночной экономике экономическая эффективность как отдельных инвестиционных проектов, так и вариантов развития отраслей определяется на принципах чистого дисконтированного дохода. Используемые при этом коэффициенты (нормы) дисконтирования включают две основные составляющие: безрисковую (гарантированный доход на капитал) и рисковую (премию за риск). Значение первой в основном ориентируется на ставку рефинансирования Центрального банка РФ и в нынешних условиях составляет (за вычетом инфляции) 6—8%. В странах ЕС значение безрисковой ставки дисконтирования колеблется в диапазоне 1—7% [4].

Значительно больше диапазон неопределенности в рисковом составляющей нормы дисконта. В инвестиционных проектах с новой технологией в условиях нестабильности спроса и цен она может достигать 18—23% [5], а в отдельных случаях достигать до 47% [6].

Следует отметить, что при определении рациональных вариантов развития не отдельных предприятий и компаний, а отраслей должны использоваться не коммерческие, а социальные нормы дисконта, учитывающие не только экономические, но и общественные, экологические и прочие возможные последствия инвестирования [7].

Общепризнанных методов оценки значений коэффициентов дисконтирования при оптимизации

развития ТЭК и входящих в него отраслевых систем нет. В то же время их величина сильно влияет на результаты расчетов (табл. 1).

С увеличением нормы дисконта относительная эффективность наиболее капиталоемких электростанций (ГЭС, АЭС, солнечных и ветровых) снижается. Соответственно, уменьшается их доля в структуре вводимых мощностей.

В оптимизационных моделях, используемых в прогнозных исследованиях ТЭК, инвестиционные риски косвенно можно учесть не только в коэффициентах дисконтирования, но и в задаваемых ограничениях на доступные капиталовложения или на ввод новых мощностей. Эти ограничения ориентировочно можно определять и корректировать при использовании итерационной схемы расчетов на разных иерархических уровнях, включающих уровень энергетических компаний и энергоснабжения регионов (см. рисунок). На этом уровне имитируется поведение потенциальных инвесторов и определяются финансовая эффективность (с использованием коммерческой ставки дисконта) и инвестиционные риски ввода мощностей для обеспечения рационального энергоснабжения потребителей на рассматриваемой территории.

Оценка инвестиционных рисков отдельных проектов, исключение их из состава рассматриваемых

Влияние изменения коэффициента дисконтирования на структуру ввода новых электростанций, % от суммарной мощности

Таблица 1

Тип станции	Норма дисконта, %			
	7	10	15	20
Газовые: КЭС	23	33	43	43
ТЭЦ	19	18	18	18
Угольные: КЭС	29	26	30	32
ТЭЦ	10	9	8	7
АЭС	11	10	0,5	0
ГЭС	5	3	0,5	0
ВИЭ	3	1	0	0

Источник: результаты оптимизационных расчетов авторов для одного из сценариев развития электроэнергетики в европейской части РФ в период 2025—2030 гг.

в случае неприемлемого риска, внесение соответствующих корректив в исходные данные и ограничения оптимизационной модели электроэнергетики или ТЭК — один из способов повышения обоснованности прогнозов и сужения области неопределенности развития систем энергетики.

2. Оценка инвестиционных рисков при анализе стратегических угроз

Одной из основных стратегических угроз развитию энергетики является угроза дефицита мощности — возможное отставание развития топливных баз, транспортной инфраструктуры, ввода новых электростанций от растущих потребностей в топливе и энергии. Препятствием своевременному вводу требуемых мощностей могут быть ресурсные ограничения (финансовые, материальные, трудовые). Из них в рыночной экономике часто наиболее серьезными являются финансовые барьеры — недостаток инвестиций для реализации тех или иных крупномасштабных проектов. Инвестиционные риски во многом связаны с неопределенностью цен и спроса в период будущего функционирования рассматриваемого объекта или системы.

Выявление реальности и значимости угрозы возможного дефицита мощностей в ТЭК должно основываться на количественной оценке инвестиционных рисков как отдельных крупномасштабных проектов, так и вариантов развития энергетики страны и макрорегионов. При этом последовательно должны решаться следующие задачи: определение оптимальных при разных условиях вариантов развития систем энергоснабжения, выделение наименее экономичных (замыкающих) объектов (мощностей), количественная оценка рисков для потенциальных инвесторов финансирования этих объектов, оценка вероятности угрозы дефицита мощности в меняющихся условиях.

Расчеты могут вестись по следующей схеме [8]:

1. Формируется оптимизационная модель энергоснабжения региона (например, федерального округа), целевой функцией которой является минимум стоимости электроэнергии в регионе при заданной потребности в ней. Основные искомые переменные — мощность вводимых электростанций, а основные ограничения и условия включают производство электроэнергии на действующих

станциях, возможные экспорт и импорт электроэнергии, цены на топливо. Все исходные данные задаются интервалами своих возможных значений с указанием характера распределения вероятностей внутри интервалов.

2. Проводится множество расчетов модели (сотни испытаний методом Монте-Карло [9]). Процесс имитации осуществляется таким образом, чтобы случайный выбор комбинации исходных данных не нарушал известных или предполагаемых отношений (корреляций) между переменными.

3. Определяется количество (частоты) попаданий каждой электростанции (с определенной мощностью) в оптимальные для разных условий решения. Отношение этого показателя к общему количеству решений (испытаний) позволяет судить о вероятности реализации проектов отдельных станций. Чем ниже такая вероятность, тем выше инвестиционные риски.

4. Определяются наиболее приемлемое решение по вводу мощностей (как среднее из всех испытаний или по одному из известных критериев принятия решений в условиях неопределенности, например, Гурвица) и соответствующие ему инвестиционные риски, а также средняя и рыночная цены электроэнергии.

5. Оценивается рискованность этого решения (варианта) по инвестиционному риску станций, замыкающих баланс мощности региона, и по среднему из рисков всех вводимых станций.

Угроза дефицита мощности сначала определяется для отдельных макрорегионов, а затем для страны в целом.

Компьютерная программа, используемая при решении поставленной задачи (МИСС — Модель имитационная стохастическая статистическая), разработана В.Н. Тыртышным. Ее достоинство — возможность учета характера неопределенности используемой в прогнозах исходной информации. Важность такого учета показывают результаты экспериментальных расчетов (табл. 2). Из них, в частности, следует, что расчетные значения инвестиционных рисков могут значительно увеличиться, если исходные данные будут заданы диапазонами (интервальная неопределенность), а не нормальным распределением их вероятности внутри этого диапазона или средними значениями.

Влияние характера неопределенности исходных данных на инвестиционные риски новых мощностей Таблица 2

Характер неопределенности	Тип электростанций	Средние риски, %	
		всех станций	наименее эффективных мощностей
Нормальное распределение	Газовые	4	16
	Угольные	4,5	49
	ВИЭ	10	38
Интервальная неопределенность	Газовые	9	39
	Угольные	12	69
	ВИЭ	21	68

Источник: результаты расчетов одного из авторских прогнозов развития электроэнергетики европейской части РФ.

Очевидно, что как исходные данные, так и получаемые оценки рискованности вариантов энергоснабжения отдельных регионов должны быть увязаны (согласованы) с общими прогнозными исследованиями ТЭК страны. При этом на очередной итерации расчетов оптимизационной модели ТЭК могут быть изменены ее региональная структура и ограничения на ввод мощностей с неприемлемо высокими инвестиционными рисками. Могут быть также скорректированы направления и пропускные способности межрегиональных энергетических связей для снижения угрозы возможного дефицита мощностей.

Предлагаемый методический подход к оценке рисков и серьезности угрозы возможного дефицита мощности может быть использован при определении численных значений индикаторов энергетической безопасности, предложенных в [10]:

$$РД = \sum_i r_i N_i / \sum_i N_i;$$

$$МНР = \sum_i \bar{N}_i / \sum_i N_i,$$

где РД — угроза дефицита; МНР — доля новых мощностей с неприемлемым риском в рассматриваемом варианте; N_i — проектируемый ввод мощностей; $\bar{N}_i$ — инвестиционные проекты с недопустимым риском; r_i — инвестиционные риски отдельных проектов.

Пороговые значения этих индикаторов могут использоваться как ограничения в оптимизационных моделях на заключительных этапах итерационных расчетов.

Заключение

Потребность в количественной оценке инвестиционных рисков возникает на разных этапах прогнозных исследований развития ТЭК. Такая оценка нужна для определения сравнительной эффективности рассматриваемых вариантов, ограничений на инвестиционные ресурсы и на ввод новых мощностей в рассматриваемых сценариях, возможных стратегических угроз энергетической безопасности.

Предлагаемые в статье способы комплексной оценки инвестиционных рисков предполагают поэтапный подход к сужению области неопределенности развития ТЭК и использование системы экономико-математических моделей. Итерационные расчеты этих моделей на разных иерархических уровнях (сверху вниз и снизу вверх) позволяют сузить область неопределенности возможной динамики цен и спроса на энергоносители. Это, в свою очередь, дает важную информацию для оценки эффективности и рискованности крупномасштабных проектов. Имитация возможного поведения потенциальных инвесторов в меняющихся условиях облегчает уточнение ограничений на ввод новых мощностей в оптимизационных моделях.

В этих моделях в критериях (целевых функциях) экономической эффективности должны использоваться социальные нормы дисконта. Общеизвестных методов их оценки нет, но в отечественной и зарубежной практике оптимизационных расчетов в энергетике величина дисконта лежит в диапазоне 7—15%.

Прогнозная область развития ТЭК формируется по результатам многовариантных расчетов. Ее анализ должен включать оценку не только экономической эффективности, но и рискованности формирующих ее объектов. При этом значение риска определяется по частоте попадания этих объектов в совокупность рассматриваемых вариантов. Чем реже данный объект встречается в этих вариантах, тем выше инвестиционные риски в условиях вероятной динамики цен и спроса на региональных энергетических рынках. Необходимое для анализа большое количество испытаний при разной комби-

нации исходных данных можно получить, сочетая оптимизацию с методом Монте-Карло.

Оценки рискованности вариантов развития систем энергетики должны найти отражение в индикаторах энергетической безопасности.

Очевидно, что рациональные способы анализа прогнозной области и количественной оценки инвестиционных и других рисков зависят от рассматриваемой перспективы, величины и характера неопределенности исходной информации и важности результатов прогнозов для принятия стратегических решений.

Литература

1. Мелентьев Л.А. Системные исследования в энергетике: Элементы теории, направления развития. М.: Наука, 1979. 414 с.
2. Кононов Ю.Д. Поэтапный подход к повышению обоснованности долгосрочных прогнозов развития ТЭК и к оценке стратегических угроз // Известия РАН. Энергетика. 2014. № 2. С. 61—70.
3. Яковлева И.Н. Как рассчитать ставку дисконтирования и риска для производственного предприятия // Справочник экономиста. 2008. № 9. С. 24—33.
4. Steinbach I., Staniaszek D. Discount rates in energy system analysis. Discussion Paper. Fraunhofer ISI, 2015. 18 p.
5. Жданов И.Ю. Ставка дисконтирования. 10 современных методов расчета [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www/finrr.ru/stavka-diskontirovaniya.html>
6. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, 2001. 832 с.
7. Головань С.И., Спиридонов М.А. Бизнес-планирование и инвестирование: Учебник. Ростов н/Д.: Феникс, 2008. 302 с.
8. Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. Оценка инвестиционных рисков при выявлении стратегических угроз энергетической безопасности // Надежность и безопасность энергетики. 2016. № 2 (33). С. 9—12.
9. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. М.: Наука, 1975. 472 с.
10. Кононов Ю.Д. Пути повышения обоснованности долгосрочных прогнозов развития ТЭК. Новосибирск: Наука, 2015. 147 с.

Сведения об авторах

Кононов Юрий Дмитриевич: доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки, главный научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН)

Количество публикаций: 240, в т. ч. монографий — 18

Область научных интересов: моделирование и исследование взаимосвязей энергетики и экономики, системный анализ

Контактная информация:

Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 130

Тел.: (3952) 500-646, доп. 361, факс: (3952) 42-67-96

E-mail: kononov@isem.irk.ru

Кононов Дмитрий Юрьевич: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН)

Количество публикаций: 46, в т. ч. монографий — 2

Область научных интересов: прогнозирование развития систем энергетики, ценовая и инвестиционная политика в ТЭК

Контактная информация:

Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 130

Тел.: +79025165890, факс: (3952) 42-67-96

E-mail: dima@isem.irk.ru