Экономический анализ:
теория и практика

31 (2015) 51–60

Economic Analysis:
Theory and Practice

ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Экономическое развитие

ВЛИЯНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ВАРИАНТЫ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА*

Вадим Ильич ЛОКТИОНОВ

кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела взаимосвязей энергетики и экономики,
Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, Российская Федерация
vadlok@mail.ru

История статьи:
Принята 09.06.2015
Одобрена 22.06.2015

УДК 338.012

Ключевые слова: энергетика, инвестиции, эффективность, неопределенность, прогноз

Аннотация

Предмет и тема. При оценке перспектив экономического роста страны необходимо проводить анализ долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса, без которого экономика может не получить необходимых энергетических ресурсов для своего роста. Проблеме экономической оценки перспектив долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса посвящено много фундаментальных научных исследований. Тем не менее в научной литературе не нашел отражения тот факт, что уровень неопределенности исходных данных вместе с такими фундаментальными факторами, как спрос на энергоносители, цены на энергоносители, темп экономического роста в стране и в мире, оказывают влияние на развитие топливно-энергетического комплекса страны.

Цели и задачи. Целью авторского исследования является раскрытие механизма влияния неопределенности исходных данных на долгосрочное развитие топливно-энергетического комплекса.

Методология. Проведенное исследование основывается на использовании общенаучных методов анализа и синтеза, а также на методах математического анализа неопределенности данных.

Результаты. Описан механизм влияния неопределенности исходных данных на долгосрочное развитие топливно-энергетического комплекса; выделены в структуре топливно-энергетического комплекса страны разные уровни технической сложности и географической расположенности энергетических систем, а также информация, неопределенность которой оказывает на них влияние; представлен алгоритм анализа динамики долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса с учетом неопределенности исходных данных.

Выводы и значимость. В условиях экономической нестабильности и высокой неопределенности основных макроэкономических показателей фактор неопределенности исходных данных приобретает большую значимость и должен быть учтен при анализе вариантов долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса. Без учета неопределенности исходных данных в период экономической нестабильности, в котором в настоящее время пребывает Россия, сложно получить достоверные результаты относительно развития как топливно-энергетического комплекса, так и экономики страны в целом.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

В современных отечественных условиях значительную роль в обеспечении экономического роста страны играет топливно-энергетический комплекс (ТЭК), который, являясь значительной частью отечественной экономики (обеспечивает порядка 40% доходной части бюджета и около 70% экспорта), снабжает ее энергией во всех видах (электроэнергия, тепло, топливо), необходимых для функционирования. Россия обладает уникальным положением на международном энергетическом рынке как производитель и одновременно потребитель значительных объемов энергоресурсов [1].

При оценке перспектив экономического роста страны необходимо проводить анализ долгосрочного развития ТЭК, без которого экономика может не получить необходимых энергетических ресурсов для своего роста. Проблеме экономической оценки перспектив долгосрочного развития ТЭК посвящено много фундаментальных научных исследований. Их авторы подходили к данной проблеме с двух разных позиций [2–5]. Одни исследования посвящены

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 13-06-00303-а.

проблеме прогнозирования развития ТЭК или оценке вероятности реализации того или иного варианта развития событий исходя из текущих экономических и технических условий, социальных и экономических тенденций. Другие исследования посвящены проблеме выбора управленческих решений, которые приближают настоящее положение дел в ТЭК к некоему желаемому варианту.

В авторском исследовании под анализом долгосрочного развития ТЭК понимается анализ развития ситуации в энергетике под действием сложившихся условий. Долгосрочное развитие может быть представлено в виде некоторого варианта изменений технико-экономических параметров ТЭК. Варианты развития ТЭК страны отличаются друг от друга разными параметрами, представленными на рис. 1.

При прогнозировании траектории развития ТЭК в долгосрочной перспективе наибольшее внимание в научной и технической литературе уделяется таким параметрам, как структура ТЭК по видам используемого энергоресурса, региональное распределение энергетических объектов, темп роста производственного потенциала по отраслям ТЭК. Первый параметр вызывает особый интерес, поскольку несбалансированное использование того или иного вида энергетического ресурса ведет к снижению уровня энергетической безопасности, ухудшению экологической обстановки, экономической неэффективности ТЭК страны [6]. Динамика регионального распределения энергетических ресурсов отслеживается и контролируется Правительством РФ для равномерного экономического развития всех регионов страны. Темп роста производственного потенциала ТЭК имеет особое значение в связи с его непосредственной связью с ростом экономического благосостояния страны в целом [7].

В экономике существует множество объективных факторов, влияющих на траекторию развития ТЭК в долгосрочной перспективе. Основные из этих факторов представлены на рис. 2.

В научной литературе, посвященной проблеме развития ТЭК, обычно выделяют два основных фактора, определяющих траекторию его развития в долгосрочной перспективе [8–10]: спрос на энергоносители и цены на энергоносители. Также выделяют такие факторы, как уровень и структура инфляции в стране и темп экономического роста в стране и в мире. Первые два фактора напрямую влияют на вариант развития ТЭК, поскольку в данном случае работает основной принцип экономического развития: рост спроса и/или цены на товар стимулирует при прочих равных условиях рост предложения. Соответственно, производство или добыча энергоносителя, на который растет спрос и/или цена, увеличивается, а производство энергоносителей, на которые спрос и/или цена падает, уменьшается. В результате под действием рыночных факторов меняется производственная структура ТЭК.

Рисунок 1

Параметры различных вариантов развития ТЭК

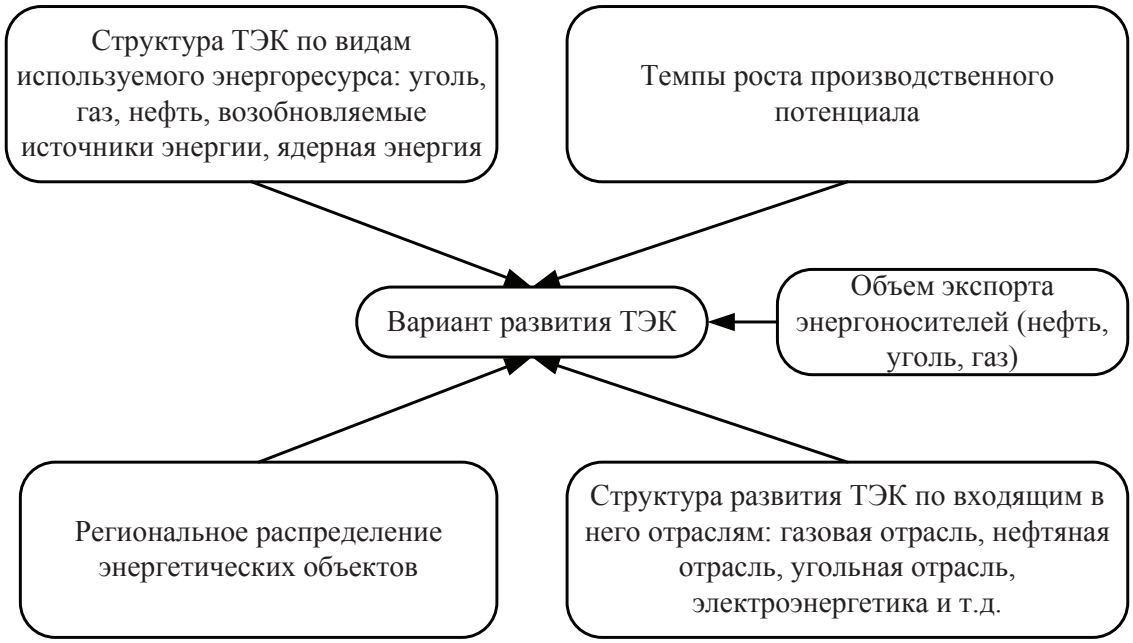
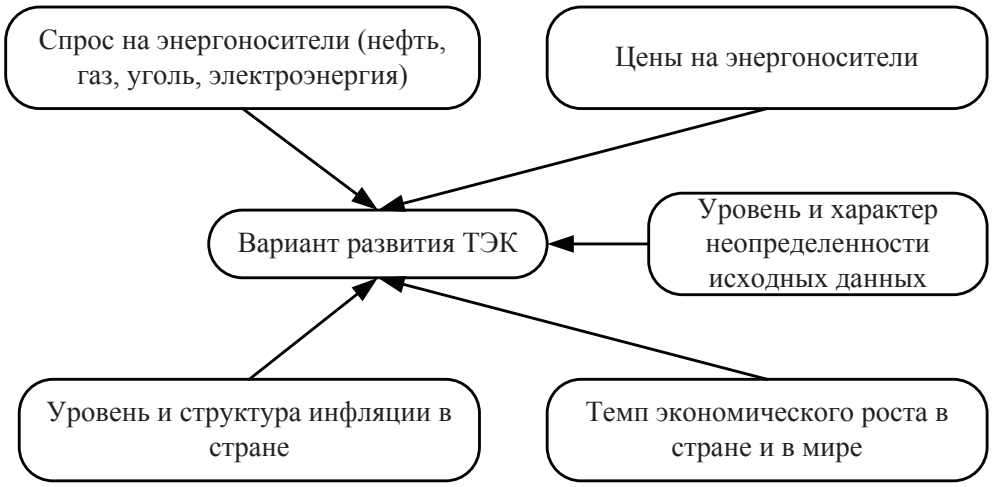


Рисунок 2

Факторы, влияющие на траекторию развития ТЭК



Вначале рост предложения происходит за счет производственных резервов, а только затем за счет дополнительных капиталовложений на расширение производственного потенциала. Из-за того, что ТЭК является очень инерционным сектором экономики, требующим значительных временных (до 8 лет) и финансовых затрат на ввод новых производственных объектов, рост производственного потенциала в ответ на рыночные изменения является долгосрочным процессом.

В настоящее время в научной литературе не нашел отражения тот факт, что характер и уровень неопределенности исходных данных также оказывают влияние на развитие ТЭК страны. При этом проблеме неопределенности исходных данных в экономике энергетики в целом посвящено много исследований. Так, проблема неопределенности исходных данных в энергетике рассматривается в контексте оценки экономической эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов [11–14], оценки энергетической безопасности страны [15–17], оценки необходимых уровней резервов для обеспечения бесперебойного производственного процесса [18] и т.д.

Механизм влияния неопределенности исходных данных на долгосрочное развитие ТЭК представлен на рис. 3.

В структуре ТЭК страны могут быть выделены разные уровни технической сложности и географической расположенности энергетических систем [19]. Неопределенность исходных данных оказывает влияние на энергетические системы разного уровня в зависимости от их фундаментальности и долгосрочности. Уровни ТЭК и экономические параметры, неопределенность которых в большей степени влияет на них, представлены на рис. 4.

Неопределенность исходных данных всегда влияет на экономическую деятельность хозяйствующих субъектов, поэтому не вызывает сомнений утверждение о том, что неопределенность исходных данных оказывает ощутимое влияние на динамику развития ТЭК. На практике уровень неопределенности исходных данных может быть оценен такими показателями, как среднеквадратическое отклонение, дисперсия и др. Автором предлагается альтернативный способ оценки неопределенности исходных данных в ТЭК.

Вариант развития ТЭК обусловливается набором принятых к реализации крупномасштабных инвестиционных проектов. Тогда неопределенность исходных данных по каждому энергетическому проекту капиталовложений можно оценить посредством анализа разброса итогового инвестиционного показателя *NPV* по следующему алгоритму.

На первом этапе определяется набор основных исходных показателей, значения которых оказывают существенное влияние на конечный инвестиционный показатель *NPV*. Прогнозируемые значения по этим исходным показателям могут быть заданы в виде распределений вероятностей либо в виде интервалов возможных значений. В первом случае скалярная величина может быть найдена с использованием расчета математического ожидания, во втором случае можно использовать формулу Гурвица:

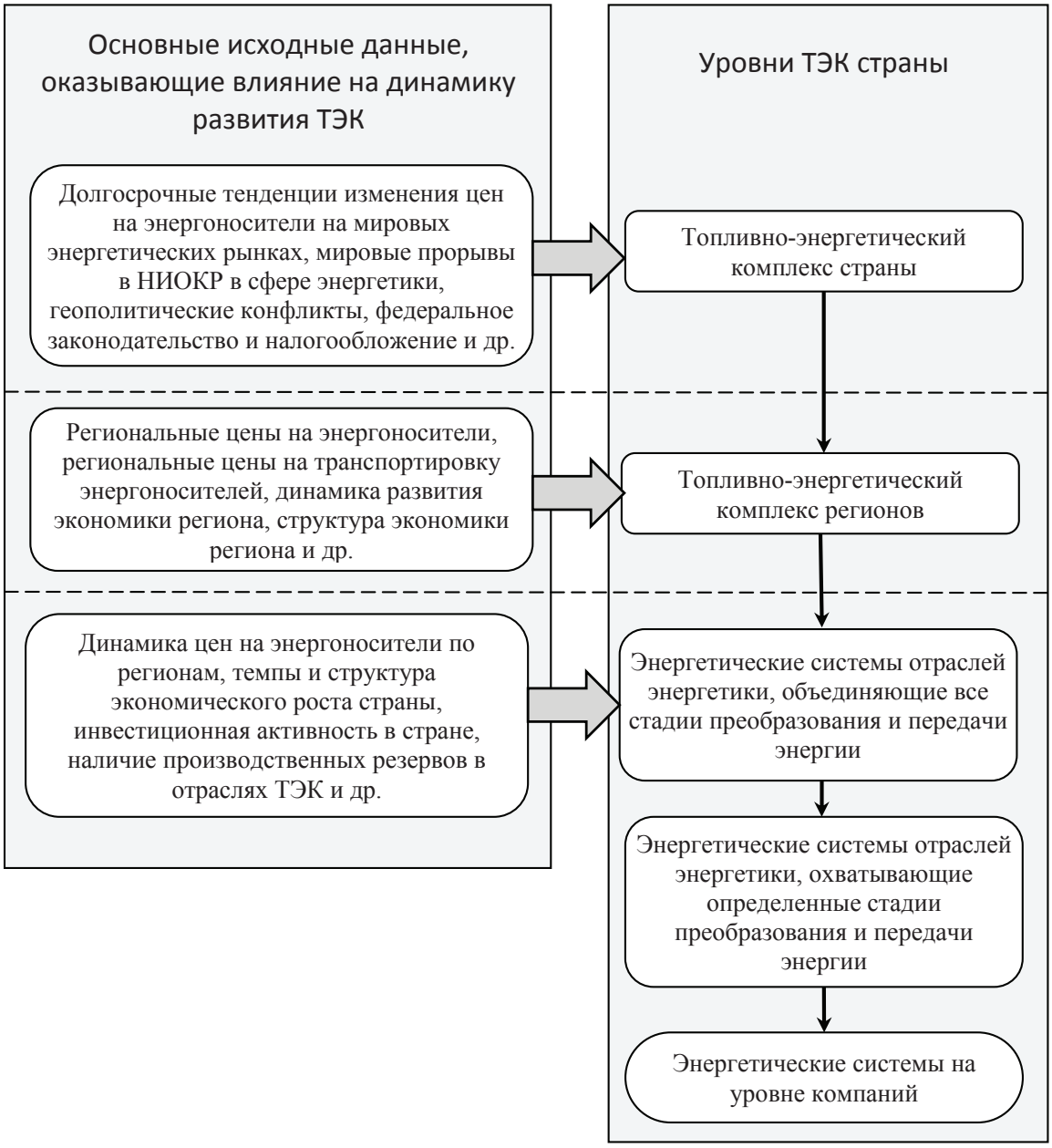
$$NPV = \lambda x_{i\max} + (1-\lambda)\, x_{i\min},$$

Рисунок 3

Механизм влияния неопределенности исходных данных на развитие ТЭК

Рисунок 4

Уровни ТЭК и экономические параметры, неопределенность которых в большей степени влияет на них



где λ – коэффициент оптимизма-пессимизма;

$x_{i\max}$ – максимальное значение i-го фактора;

$x_{i\min}$ – минимальное значение i-го фактора.

Оценку уровня неопределенности, формируемого i-м показателем, можно осуществить путем расчета изменения ставки дисконтирования Δr_i, учитывающей неопределенность прогнозируемых значений переменной при определении NPV. Для нахождения значения Δr_i необходимо рассчитать максимальное значение NPV ($NPV_{\max}$) для верхней границы значений переменной $x_{i\max}$. Затем найти минимальное значение NPV ($NPV_{\min}$) для нижней границы значений переменной $x_{i\min}$ при ставке дисконтирования r, представляющей собой безрисковую норму возврата. Далее при расчете NPV при наиболее благоприятном варианте находится такое значение ставки дисконтирования, которое приравняло бы его значение к значению чистого дисконтированного дохода при наихудших условиях. Разница между этими двумя ставками дисконтирования отражает неопределенность, связанную с данным риск-формирующим фактором Δr_i.

На втором этапе определяется суммарный уровень неопределенности исходных данных R,

формируемый всеми рассматриваемыми переменными. Показатель уровня неопределенности R представляет собой средневзвешенную сумму всех Δr_i:

$$R = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \Delta r_i;$$

$$\gamma_i = \frac{E_i}{\sum_{i=1}^{n} E_i},$$

где E_i – процент изменения NPV при изменении i-го фактора на 1%.

Более подробно данный способ оценки неопределенности исходных данных описан в работе [20].

Учет фактора неопределенности исходных данных при прогнозировании варианта развития ТЭК должен осуществляться на заключительном этапе данного прогноза. Схема, отражающая место учета фактора неопределенности исходных данных в алгоритме анализа будущей динамики развития ТЭК, представлена на рис. 5.

Следует отметить, что разработанных методов учета неопределенности исходных данных при анализе

Рисунок 5

Алгоритм анализа динамики развития ТЭК

инвестиционной привлекательности отраслей ТЭК пока нет. Существуют разнообразные методы учета неопределенности исходных данных при анализе эффективности инвестиционной привлекательности проектов капиталовложений, в частности, при анализе крупномасштабных инвестиционных проектов в энергетике, которые имеют свои особенности. Один из таких методов предлагается в статье*. В настоящее время проанализировать влияние неопределенности исходных данных на инвестиционную привлекательность отрасли ТЭК можно только следующим образом: отобрать ряд возможных к реализации крупномасштабных инвестиционных проектов в данной отрасли энергетики; провести оценку влияния неопределенности исходных данных на каждый из отобранных проектов; на основе анализа выборки проекта получить вывод об инвестиционной привлекательности отрасли ТЭК в целом.

Неопределенность исходных данных оказывает второстепенное влияние на траекторию развития ТЭК, уступая по значимости таким факторам, как динамика цены и спроса на энергоносители в экономике, темпы роста отечественной и мировой экономики. Однако в периоды экономической нестабильности и высокой неопределенности основных макроэкономических показателей фактор неопределенности исходных данных приобретает большую значимость и должен быть учтен при анализе вариантов долгосрочного развития ТЭК. Без учета неопределенности исходных данных в период экономической нестабильности, в котором в настоящее время пребывает Россия, сложно получить достоверные результаты относительно развития как ТЭК, так и экономики страны в целом. Эта тема является новой и требует значительных дополнительных исследований в сфере разработки методических рекомендаций по анализу влияния уровня неопределенности исходных данных на варианты развития ТЭК страны.

* *Локтионов В.И.* Оценка эффективности инвестиционных проектов в энергетике с учетом предельных цен на энергоносители // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 33. С. 17–22.

Список литературы

1. *Brown Ch.E.* World energy resources. Berlin: Springer, 2002, 810 p.
2. *Кононов Ю.Д., Гальперова Е.В., Кононов Д.Ю., Лагерев А.В., Мазурова О.В., Тыртышный В.Н., Воропай Н.И.* Методы и модели прогнозных исследований взаимосвязей энергетики и экономики. Новосибирск: Наука, 2009, 178 с.
3. *Маликова О.И., Вутянов В.В., Давыденко А.Б., Чалов В.И.* Отраслевая структура и конкуренция на мировом рынке энергоносителей. М.: МАКС-Пресс, 2012. 204 с.
4. *Суслов Н.И.* Анализ взаимодействий экономики и энергетики в период рыночных преобразований. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 2002. 270 с.
5. The New Energy Paradigm / ed. by Dieter Helm. New York: Oxford University Press, 2007. 518 p.
6. *Пяткова Н.И.*, *Рабчук В.И., Сендеров С.М. и др.* Энергетическая безопасность России: проблемы и пути решения. Новосибирск: СО РАН, 2011. 198 с.
7. *Tertzakian P., Hollihan K.* The end of energy obesity, New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 296 p.
8. *Беляев Л.С.* Проблемы электроэнергетического рынка. Новосибирск: Наука, 2009. 296 с.
9. *Волконский В.А., Кузовкин А.И.* Ценовые и финансовые проблемы топливно-энергетического комплекса. М.: Наука, 2008. 254 с.
10. Экономика энергетики / под ред. Н.Д. Рогалева. М.: МЭИ, 2011. 320 с.
11. *Пятков Б.В.* Управление рисками хозяйственной деятельности субъектов электроэнергетического рынка // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2005. 250 с.
12. *Kessides I.N.* Nuclear power: understanding the economic risks and uncertainties // Energy Policy. 2010. № 38. P. 3849–3864.

13. *Wright G., Goodwin P.* Decision making and planning under low levels of predictability: enhancing the scenario method // International Journal of Forecasting. 2009. № 25. P. 813–825.

14. *Mohn K., Misund B.* Investment and uncertainty in the international oil and gas industry // Energy Economics. 2009. № 31. P. 240–248.

15. *Cohen G., Joutz F., Loungani P.* Measuring energy security: trends in the diversification of oil and natural gas supplies // Energy Policy. 2011. № 39. P. 4860–4869.

16. *Chester L.* Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature // Energy Policy. 2010. № 38. P. 887–895.

17. *Sovacool B.K.* The methodological challenges of creating a comprehensive energy security index // Energy Policy. 2012. № 48. P. 835–840.

18. *Смирнов В.А.* Проблемы повышения гибкости в энергетике. М.: Наука, 1989. 192 с.

19. *Можаева С.В.* Экономика энергетического производства. СПб: Лань, 2011. 272 с.

20. *Кононов Ю.Д., Локтионов В.И.* Учет инвестиционных рисков при сравнении экономической эффективности крупномасштабных проектов // Управление риском. 2010. № 1. С. 48–51.

ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Economic Advancement

THE IMPACT OF UNCERTAINTY OF INITIAL DATA ON THE OPTIONS OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX'S LONG-TERM DEVELOPMENT

Vadim I. LOKTIONOV

Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russian Federation
vadlok@mail.ru

Article history:
Received 9 June 2015
Accepted 22 June 2015

Keywords: power engineering, analysis, investment, efficiency, uncertainty, forecast

Abstract
Subject When assessing the prospects for the country's economic growth, it is necessary to analyze the long-term development of fuel and energy complex as a major supplier of energy resources. Many basic scientific studies address the issue of assessing the prospects for long-term development of the fuel and energy complex. Nevertheless, the academic literature does not reflect the fact that the level of uncertainty of input data influences the fuel and energy complex's growth.
Objectives The objective is to show the mechanism of the impact of uncertainty of initial data on long-term development of the fuel and energy complex.
Methods The study rests on scientific methods of analysis and synthesis, and methods of mathematical analysis of data uncertainty.
Results I describe the mechanisms of influence of input data uncertainty on long-term development of the fuel and energy complex; present an algorithm to analyze the energy sector's long-term growth dynamics.
Conclusions and Relevance In a volatile economy and high level of uncertainty of macroeconomic indicators, the uncertainty of input data takes on greater significance, and should be taken into account when analyzing the options of the energy sector's long-term development. If disregarded, it is difficult to obtain reliable projections for development of both the energy sector and the entire economy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 13-06-00303-a.

References

1. Brown Ch.E. World Energy Resources. Berlin, Springer, 2002, 810 p.
2. Kononov Yu.D., Gal'perova E.V., Kononov D.Yu., Lagerev A.V., Mazurova O.V., Tyrtyshnyi V.N., Voropai N.I. *Metody i modeli prognoznykh issledovanii vzaimosvyazei energetiki i ekonomiki* [Methods and models of predictive research of relationships of energy and economy]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 178 p.
3. Malikova O.I., Vutyanov V.V., Davydenko A.B., Chalov V.I. *Otraslevaya struktura i konkurentsiya na mirovom rynke energonositelei* [Industry structure and the competition in the global energy market]. Moscow, MAKS-Press Publ., 2012, 204 p.
4. Suslov N.I. *Analiz vzaimodeistvii ekonomiki i energetiki v period rynochnykh preobrazovanii* [Analysis of interactions of economy and energy industry during the period of market reforms]. Novosibirsk, Institute of Economics and Industrial Engineering of SB of RAS Publ., 2002, 270 p.
5. The New Energy Paradigm. Ed. by Dieter Helm. New York, Oxford University Press, 2007, 518 p.
6. Pyatkova N.I., Rabchuk V.I., Senderov S.M. et al. *Energeticheskaya bezopasnost' Rossii: problemy i puti resheniya* [The energy security of Russia: problems and solutions]. Novosibirsk, SB of RAS Publ., 2011, 198 p.
7. Tertzakian P., Hollihan K. The End of Energy Obesity. New Jersey, John Wiley & Sons, 2009, 296 p.
8. Belyaev L.S. *Problemy elektroenergeticheskogo rynka* [Problems of the electricity market]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 296 p.

9. Volkonskii V.A., Kuzovkin A.I. *Tsenovye i finansovye problemy toplivno-energeticheskogo kompleksa* [Price and financial problems of the fuel and energy complex]. Moscow, Nauka Publ., 2008, 254 p.
10. *Ekonomika energetiki* [Economy of the energy sector]. Moscow, MPEI Publ., 2011, 320 p.
11. Pyatkov B.V. *Upravlenie riskami khozyaistvennoi deyatel'nosti sub"ektov elektroenergeticheskogo rynka. V kn.: Metodicheskie voprosy issledovaniya nadezhnosti bol'shikh sistem energetiki* [Business risk management of the electricity market players. In: Methodological issues of researching the reliability of large energy systems]. Irkutsk, ESI SB RAS Publ., 2005, 250 p.
12. Kessides I.N. Nuclear power: understanding the economic risks and uncertainties. *Energy Policy*, 2010, no. 38, pp. 3849–3864.
13. Wright G., Goodwin P. Decision making and planning under low levels of predictability: enhancing the scenario method. *International Journal of Forecasting*, 2009, no. 25, pp. 813–825.
14. Mohn K., Misund B. Investment and uncertainty in the international oil and gas industry. *Energy Economics*, 2009, no. 31, pp. 240–248.
15. Cohen G., Joutz F., Loungani P. Measuring energy security: trends in the diversification of oil and natural gas supplies. *Energy Policy*, 2011, no. 39, pp. 4860–4869.
16. Chester L. Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature. *Energy Policy*, 2010, no. 38, pp. 887–895.
17. Sovacool B.K. The methodological challenges of creating a comprehensive energy security index. *Energy Policy*, 2012, no. 48, pp. 835–840.
18. Smirnov V.A. *Problemy povysheniya gibkosti v energetike* [Problems of increasing flexibility in the energy sector]. Moscow, Nauka Publ., 1989, 192 p.
19. Mozhaeva S.V. *Ekonomika energeticheskogo proizvodstva* [Economy of energy generation]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2011, 272 p.
20. Kononov Yu.D., Loktionov V.I. Uchet investitsionnykh riskov pri sravnenii ekonomicheskoi effektivnosti krupnomasshtabnykh proektov [Considering the investment risks when comparing the economic efficiency of large-scale projects]. *Upravlenie riskom = Risk Management*, 2010, no. 1, pp. 48–51.