

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА НОРМЫ ДИСКОНТА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ*

Юрий Дмитриевич КОНОНОВ ^a, Дмитрий Юрьевич КОНОНОВ ^b

^a доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН), Иркутск, Российская Федерация
kononov@isem.irk.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 7634-0211

^b кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН), Иркутск, Российская Федерация
dima@isem.irk.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 537/2020

Получена 21.09.2020

Получена в доработанном виде 16.10.2020

Одобрена 02.11.2020

Доступна онлайн

15.12.2020

УДК 338.27:620.9

JEL: Q43, Q47

Аннотация

Предмет. Влияние выбора нормы дисконта на обоснованность прогнозов развития энергетики.

Тема. Основным методическим инструментарием долгосрочного прогнозирования энергетики являются оптимизационные экономико-математические модели. Сравнение и выбор вариантов развития в них определяются по критерию минимума дисконтированных денежных затрат на обеспечение заданной потребности в топливе и энергии. Общеизвестных методов обоснования величины принимаемых значений нормы (ставки) дисконтирования в таких моделях нет.

Цели. Выявление особенностей дисконтирования затрат и результатов на разных временных этапах прогнозных исследований развития энергетики и оценка влияния принимаемой нормы дисконта по результатам прогнозов.

Методология. В работе использованы системный анализ зарубежного и отечественного опыта и оригинальный методический инструментарий, сочетающий оптимизацию развития систем энергоснабжения с методом Монте-Карло.

Результаты. Обосновано требуемое различие в подходах к дисконтированию в оптимизационных моделях, используемых на разных иерархических уровнях прогнозных исследований развития ТЭК. Показано на примере оптимизации развития региональных систем энергоснабжения заметное влияние нормы дисконта на структуру ввода мощностей электростанций и на другие прогнозируемые показатели.

Выводы. Норма дисконта, используемая при прогнозах развития систем энергетики, зависит от рассматриваемой перспективы. На ее выбор влияют объект прогноза, цели и методы прогнозных исследований, состав (иерархия) используемых оптимизационных моделей, способы учета в них эволюции энергетических рынков. Чем

Ключевые слова: ТЭК, прогнозирование, экономическая устойчивость,

оптимизация,
дисконтирование

выше неопределенность будущего, тем больше значение рисковей составляющей дисконта.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

Для цитирования: Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. Особенности и проблемы выбора нормы дисконта при прогнозировании развития энергетики // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2020. – Т. 16, № 12. – С. 2254 – 2263.
<https://doi.org/10.24891/ni.16.12.2254>

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

В рыночной экономике эффективность как отдельных инвестиционных проектов, так и вариантов развития отраслей определяется на принципах чистого дисконтированного дохода. Используемые при этом ставки дисконтирования характеризуют требуемую инвесторами норму доходности на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования. Они 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. В нынешних условиях безрисковая ставка составляет (за вычетом инфляции) 5–7%. В странах ЕС значение безрисковой ставки дисконтирования колеблется в диапазоне 1–7% [2].

Значительно шире диапазон неопределенности рисковей составляющей ставки дисконта. В Методических рекомендациях по оценке эффективности проектов¹ отмечается, что вопрос о конкретных значениях поправок на риск в расчетах эффективности проектов для разных отраслей промышленности и разных типов проектов малоизучен, и рекомендуется ориентироваться на следующие значения этих поправок: вложения в развитие производства на базе освоенной техники – 3–5%, увеличение объема продаж существующей продукции – 8–10, производство и продвижение на рынок новой продукции – 13–15, вложения в исследования и инновации – 18–20%. В инвестиционных проектах с новой технологией в условиях нестабильности спроса и цен она может достигать 18–23%², а в отдельных случаях – доходить до 47%³.

^{*} Работа выполнена в рамках проекта государственного задания III.17.5.2 (пер. № АААА-А17-117030310432-7, тема проекта № 0349-2016-0012) фундаментальных исследований СО РАН и за счет средств гранта РФФИ (проект № 20-010-00204-а).

¹ Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М.: Экономика, 2000. 416 с.

² Жданов И.Ю. Ставка дисконтирования. 10 современных методов расчета.
URL: <https://finzz.ru/stavka-diskontirovaniya.html>

³ Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учеб. пособие. М.: Дело, 2002. 888 с.

В зарубежных публикациях, относящихся к прогнозированию энергетики, приводятся, например, такие значения нормы дисконта (стоимости капитала)⁴: большие электрогенерирующие компании – 8,2% в 2005 г. и 9% в 2015–2030 гг., а для малых компаний – 9,5–10,5%. Применительно к новым технологиям (на ранних стадиях их развития) эти значения могут быть выше за счет премии за риск. При оценке стоимости капитала в энергоснабжении и развитии потребителей дисконт оценивается величиной до 12% для промышленности, транспорта и сельского хозяйства, для домашних хозяйств он принимается равным 17,5%. Все эти значения не учитывают инфляцию.

В прогнозных исследованиях развития энергетики как в России, так и за рубежом широко используются оптимизационные экономико-математические модели. В них заданная потребность в энергоносителях удовлетворяется по критерию минимума дисконтированных денежных затрат. Как правило, в этих моделях норма дисконта задается одинаковой для всех отраслей ТЭК и не зависит от рассматриваемой перспективы. Считается, что она является общественной (социальной), а не коммерческой.

Проблема дисконтирования усложняется при использовании в прогнозах развития ТЭК не отдельных оптимизационных моделей, а их систем, построенных по иерархическому принципу. Состав моделей и степень их реагирования с учетом неопределенности исходных данных и условий может меняться в зависимости от рассматриваемой перспективы [3] (рис. 1).

В ходе итерационных расчетов («сверху вниз» и «снизу вверх») уточняются и согласовываются ограничения и результаты. Среди информации, связывающей модели разных уровней, основной являются цена и спрос на электроэнергию. Стоимость ее производства определяют по формуле приведенных дисконтированных затрат на станциях, замыкающих баланс электроэнергии в каждом рассматриваемом регионе (энергосистеме). Следует отметить, что по такой формуле определяется Международным энергетическим агентством (IEA) стоимость электроэнергии для стран ОБСЕ⁵. При этом величина нормы дисконта принимается равной 10%.

Представляется, что в прогнозах ТЭК на перспективу до 10–15 лет надо включать в схему расчетов и оценку возможного поведения энергетических компаний – потенциальных инвесторов на ожидаемое изменение цен и спроса на энергетических рынках. В этом случае потребуются учет коммерческой (финансовой) эффективности крупномасштабных проектов.

Тесная взаимосвязь функционирования и развития энергетики и экономики страны заставляет при прогнозах ТЭК использовать оптимизационные межотраслевые модели макроэкономики. Критерием оптимальности в них служит

⁴ Energy – Economy – Environment Modelling Laboratory. Research and Policy Analysis.
URL: <http://e3mlab.eu/e3mlab/>

⁵ Projected Costs of Generating Electricity: 2015 Edition. Nuclear Energy Agency, International Energy Agency and OECD, 2015, 212 p. URL: <https://doi.org/10.1787/20798393>

максимизация ВВП за рассматриваемый период. При этом остается проблема выбора значения нормы дисконта.

Современные экономические условия предъявляют принципиально новые требования к качеству прогнозов развития энергетики и к методам прогнозирования. Стало необходимо учитывать эволюцию энергетических рынков, противоречивые интересы производителей и потребителей энергоресурсов, общества и бизнеса⁶.

Эти требования в некоторой степени нашли отражение в создании и все более широком использовании сложных программно-модельных комплексов. В России в прогнозных исследованиях ТЭК и энергетической безопасности к их числу относится SCANNER [4].

Комплекс SCANNER построен не по иерархическому, а по сетевому принципу. Он объединяет в сети персональных компьютеров распределенные базы данных, оптимизационные и имитационные модели энергетики и экономики, оснащает их процедурами согласования решений и обеспечивает системную оценку эффективности различных сценариев развития энергетики как части экономики страны. Интегрирующим компонентом всего комплекса SCANNER является оптимизационная система моделей EPOS. В ней для согласования стратегии развития с финансовыми возможностями ТЭК используется совместная оптимизация натуральных балансов топлива и энергии и финансовых балансов отраслей ТЭК и отдельных компаний. В модели нефтяной отрасли (ОНОНЕФТЬ) в качестве оптимизируемого функционала принимается чистый дисконтированный доход по отрасли или по выделенным нефтяным компаниям (с ограничением снизу на ЧДД условной компании).

Следует отметить, что в публикациях, описывающих структуру комплекса SCANNER и результаты его использования, не приводятся численные значения норм дисконта. Обоснования этих значений нет и в других публикациях, касающихся методических подходов к прогнозированию развития энергетики. Не упоминаются и случаи практического использования в таких прогнозах различных значений нормы дисконта. А между тем, как показывают результаты наших экспериментальных расчетов, изменение этого показателя оказывает заметное влияние на результаты оптимизации (рис. 2 и 3).

Расчеты проводились на примере оптимизации прогнозируемого ввода мощностей электростанций в Европейской части РФ (шесть федеральных округов). При этом использовалась модель (компьютерная программа) МИСС-ЭЛ⁷, сочетающая оптимизацию по критерию минимума дисконтированных затрат с методом статистических испытаний Монте-Карло.

⁶ Макаров А.А. Системные исследования развития энергетики: курс лекций. М.: Изд-во МЭИ, 2015. 280 с.

⁷ Кононов Ю.Д., Тиртышный В.Н., Кононов Д.Ю. Использование стохастического моделирования при выборе вариантов энергоснабжения регионов с учетом инвестиционных рисков: материалы научно-практической конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». М., 2018. С. 80–87

Согласно расчетам, с увеличением общей нормы дисконта относительная эффективность и конкурентоспособность наиболее капиталоемких электростанций (ГЭС, АЭС, солнечных и ветровых) снижается. Соответственно уменьшается их доля в структуре вводимых мощностей. Увеличивается также средняя стоимость генерации на рассматриваемой территории (примерно на 30% при изменении дисконта с 10 до 20%). Не столь однозначно реагируют на изменение нормы дисконта инвестиционные риски проектов некоторых электростанций (угольных ТЭЦ и ГЭС). Такая реакция обусловлена тем, что в расчетах не менялись ограничения на поставки газа, а также верхние границы допустимых межрегиональных перетоков электроэнергии и ввода мощностей ТЭЦ и АЭС.

Следует отметить, что приведенные результаты расчетов получены при нормальном распределении исходных данных внутри задаваемых диапазонов их вероятных значений. При интервальной неопределенности (равновероятности) влияние изменения ставки дисконтирования на различие результатов прогнозов значительно усиливается.

Результаты расчетов и анализ зарубежной и отечественной теории и практики позволяет предложить следующий подход к назначению нормы дисконта в оптимизационных моделях, используемых на разных иерархических уровнях и разных временных этапах прогнозных исследований долгосрочного развития ТЭК.

1. В оптимизационных моделях ТЭК страны норма дисконта должна отражать социальную (бюджетную) значимость сравниваемых вариантов, а значение рисков, составляющей быть меньше, чем при оптимизации развития электроэнергетики и особенно газовой отрасли, учитывая особенности внешних и внутренних условий и значимость стратегических угроз энергетической безопасности.

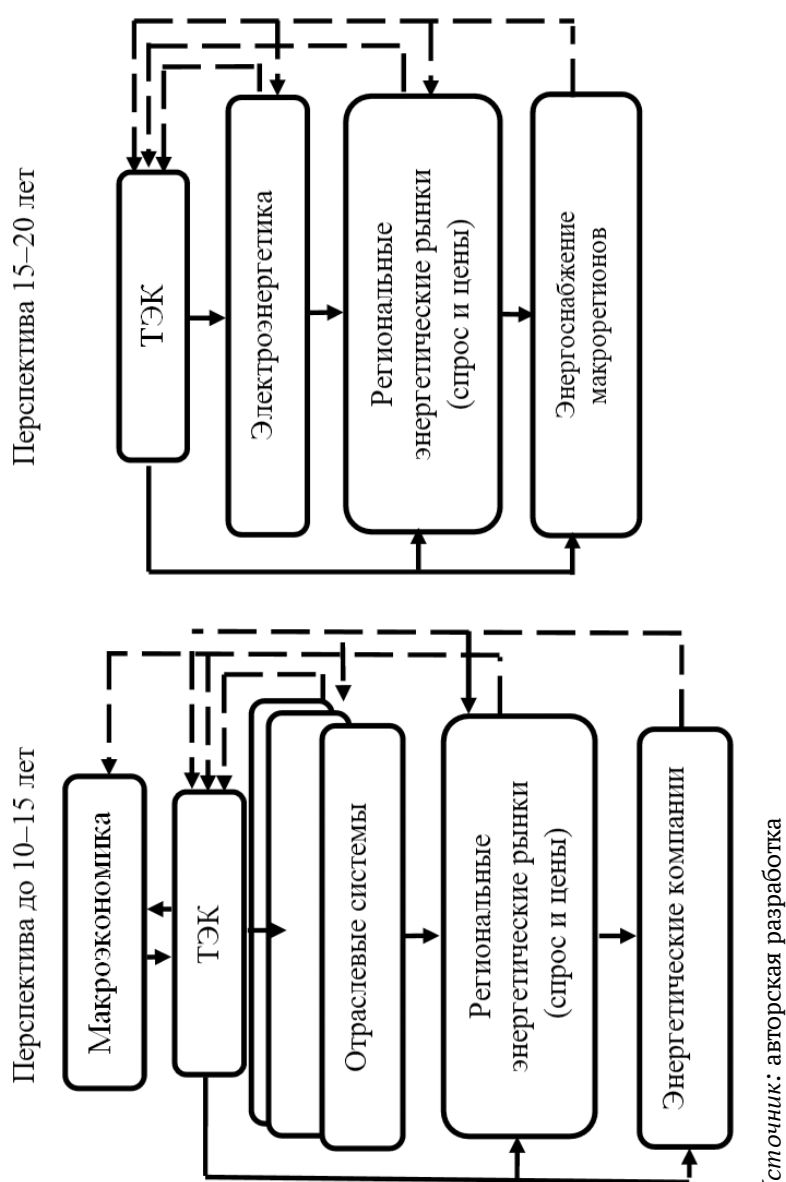
2. При оптимизации развития региональных систем энергоснабжения из-за особенно большой неопределенности будущих условий проблема дисконтирования особенно сложна. Поэтому оценка инвестиционных рисков должна рассматриваться как самостоятельная задача и решаться с использованием метода Монте-Карло.

3. С увеличением горизонта прогнозирования безрисковая составляющая нормы дисконта должна снижаться, а рисковая составляющая – расти (в соответствии с ростом неопределенности).

В условиях объективного роста неопределенности будущего усложняются способы повышения обоснованности прогнозов. Повышается и важность правильного выбора нормы дисконта в используемых оптимизационных моделях, учитывая влияние этого выбора на устойчивость вариантов развития энергетики и, соответственно, на энергетическую безопасность [5]. Очевидно, что проблема дисконтирования в прогнозных исследованиях требует дальнейшего изучения.

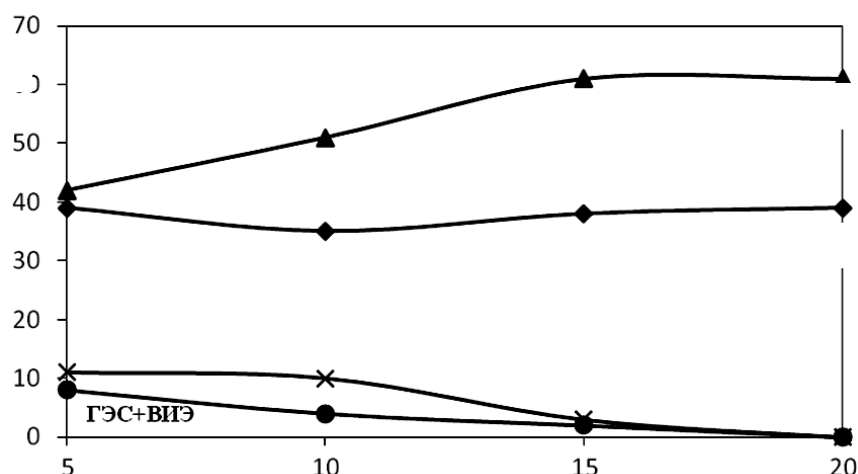
Рисунок 1
Оптимизационные экономико-математические модели, используемые на разных иерархических уровнях и этапах прогнозных исследований долгосрочного развития ТЭК

Figure 1
Optimization economic and mathematical models used at different hierarchical levels and stages of forecast studies on the long-term development of the fuel and energy complex



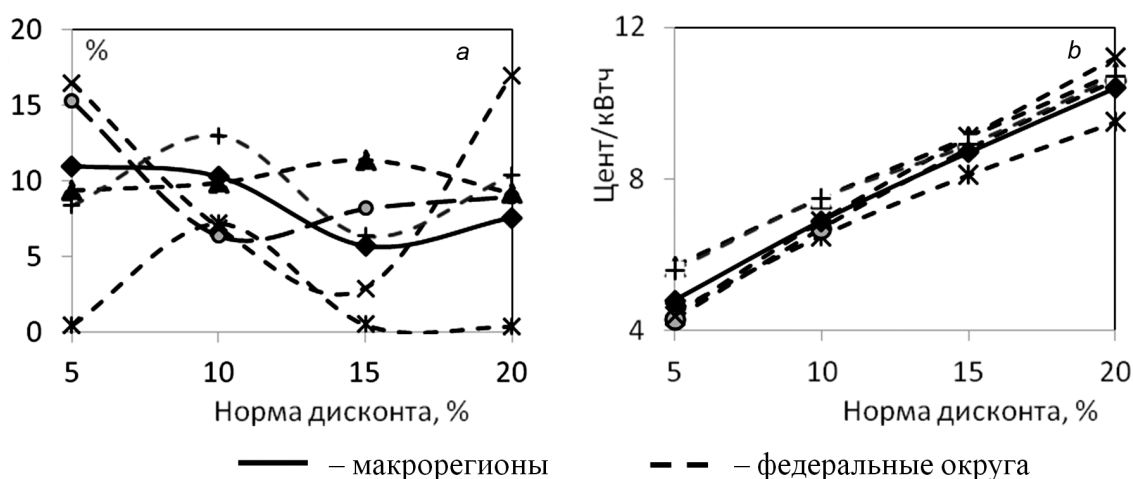
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Влияние ставки дисконта на структуру ввода новых электростанций****Figure 2****The impact of the discount rate on the structure of new power plants put into operation**

Примечание. Результаты экспериментальных расчетов на оптимизационной (стохастической) модели вариантов энергоснабжения Европейской части РФ в ожидаемых условиях 2025–2030 гг.
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3**Влияние коэффициента дисконтирования на инвестиционные риски (a), цену безубыточности электроэнергетики (b) в регионах и федеральных округах****Figure 3****The impact of discount rate on investment risks (a), break-even price (b) in regions and federal districts**

Примечание. Инвестиционные риски определялись как величина, обратная вероятности попадания рассматриваемых электростанций данной мощности в оптимальное решение.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Яковлева И.Н. Как рассчитать ставку дисконтирования и риска для производственного предприятия // Справочник экономиста. 2008. № 9. С. 24–33. URL: https://profiz.ru/se/9_2008/kak_raschitat_stavku_i_ri/
2. Steinbach I., Staniaszek D. Discount Rates in Energy System Analysis. Discussion Paper. BPIE, Fraunhofer ISI, 2015, 18 p. URL: http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Discount_rates_in_energy_system-discussion_paper_2015_ISI_BPIE.pdf
3. Кононов Ю.Д. Пути повышения обоснованности долгосрочных прогнозов развития ТЭК. Новосибирск: Наука, 2015. 147 с.
4. SCANNER. Модельно-информационный комплекс / под ред. А.А. Макарова. М.: ИНЭИ РАН, 2011. 72 с.
5. Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. Оценка устойчивости прогнозов развития ТЭК и региональных систем энергоснабжения к экономическим угрозам энергетической безопасности // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. Вып. 12. С. 2317–2326. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.15.12.2317>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

DISTINCTIONS AND ISSUES OF CHOOSING THE DISCOUNT RATE FOR POWER ENGINEERING DEVELOPMENT FORECASTS

Yurii D. KONONOV ^{a,*}, Dmitrii Yu. KONONOV ^b

^a Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS),
Irkutsk, Russian Federation
kononov@isem.irk.ru
ORCID: not available

^b Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS),
Irkutsk, Russian Federation
dima@isem.irk.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 537/2020
Received 21 Sept 2020
Received in revised form
16 October 2020
Accepted 2 Nov 2020
Available online
15 December 2020

JEL classification: Q43,
Q47

Keywords: energy
sector, projections,
economic sustainability,
optimization,
discounting

Abstract

Subject. The article examines how the discount rate chosen influences the reasonableness of power engineering development forecasts. Economic-mathematical models of optimization serve as the main methodological tool for long-term forecasting on power engineering. Development scenarios are chosen and compared by the lowest amount of discounted cash flows for supplying fuel and energy as much as needed. Such models do not provide for generally accepted methods for substantiating values of the discount rate.

Objectives. We identify distinctions in cost discounting, and results throughout phases of power engineering forecasting. We also evaluate how the discount rate chosen influences the outcome of forecasts.

Methods. The study is based on the systems analysis of foreign and national practices and original methodological tools that concurrently optimizes the development of power engineering systems and uses the Monte-Carlo method.

Results. The article substantiates that optimization models shall employ different approaches to discounting at different hierarchical levels of forecast studies into the fuel and energy complex development. Illustrating the optimization of the development of regional power supply systems, we demonstrate that the discount rate considerably influences the way capacities of power plants are put into operation, and other analyzable indicators.

Conclusions and Relevance. Used to forecast the development of power engineering development, the discount rate depends on a future scenario in question. It is set with reference to the forecasted aspect, objectives and methods of forecast studies, the way they accommodate for the evolution of power markets. The more unlikely the future, the higher the risk component of the discount.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

Please cite this article as: Kononov Yu.D., Kononov D.Yu. Distinctions and Issues of Choosing the Discount Rate for Power Engineering Development Forecasts. *National Interests: Priorities and Security*, 2020, vol. 16, iss. 12, pp. 2254–2263.
<https://doi.org/10.24891/ni.16.12.2254>

Acknowledgments

The research was carried out under State job № III.17.5.2 (Registration № AAAA-A17-117030310432-7, project subject № 0349-2016-0012) for basic research of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and was supported with the grant from the Russian Foundation for Basic Research (Project No. 20-010-00204-a).

References

1. Yakovleva I.N. [How to calculate the discount rate and risk rate for a manufacturing enterprise]. *Spravochnik ekonomista = The Economist's Handbook*, 2008, no. 9, pp. 24–33. (In Russ.) URL: https://profiz.ru/se/9_2008/kak_raschitat_stavku_i_ri/
2. Steinbach I., Staniaszek D. Discount Rates in Energy System Analysis. Discussion Paper. BPIE; Fraunhofer ISI, 2015, 18 p. URL: http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Discount_rates_in_energy_system-discussion_paper_2015_ISI_BPIE.pdf
3. Kononov Yu.D. *Puti povysheniya obosnovannosti dolgosrochnykh prognozov razvitiya TEK* [Ways to improve the validity of long-term forecasts of the development of the power plant]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2015, 147 p.
4. SCANNER. Model'no-informatsionnyi kompleks [SCANNER: A model and information system]. Moscow, Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences Publ., 2011, 72 p.
5. Kononov Yu.D., Kononov D.Yu. [Evaluating the sustainability of development forecasts concerning the fuel and energy complex and regional systems against economic threats to energy security]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2019, vol. 15, iss. 12, pp. 2317–2326. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.15.12.2317>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.