

DOI 10.35264/1996-2274-2019-3-95-99

ПЕРЕСТРОЙКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ АКТИВАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е.П. Грабчак, дир. департ. Минэнерго России, канд. экон. наук, Grabchak.eugene@gmail.com

Е.Л. Логинов, нач. сл. центра Минэнерго России, д-р экон. наук, проф. РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ, evgenloginov@gmail.com

А.К. Деркач, бакалавр Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, derkachak@mail.ru

Рецензент: Агеев А.И.

Цель статьи – рассмотрение проблем инвестиционного стимулирования экономического роста в России при реализации проекта цифровизации управления электро- и теплоэнергетическими активами с применением интеллектуальных киберфизических систем. Предмет исследования – организационные и информационные аспекты совершенствования управления электро- и теплоэнергетическим сектором в российской энергетике. Обоснована необходимость «выталкивания» экономики России из кризисной цикличности за счет инвестиционного стимулирования экономического роста. Как отраслевой драйвер экономического роста и приложения инвестиций предложен электро- и теплоэнергетический сектор в российской энергетике, так как именно в этом секторе формируются условия конкурентоспособности большинства российских бизнесов, которые являются энергозависимыми и часто – энергоемкими. Сформулированы основные направления цифровой перестройки всей системы управления электро- и теплоэнергетическими активами. Разработаны базовые принципы риск-ориентированного управления на базе интеллектуальных киберфизических систем. Результатом является автоматизированный контроль каждого рубля по цепочке технологических операций в процессе эксплуатации и ремонта, что обеспечивает получение инвестиций из внутренних источников на цели модернизации.

Статья ориентирована на руководителей и специалистов органов госуправления и корпоративного менеджмента, а также может быть полезна научным работникам, аспирантам и студентам.

Ключевые слова: цифровая энергетика, инвестиции, киберфизические системы, цифровая топология, цифровые модели.

RESTRUCTURING OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF ELECTRIC AND THERMAL POWER ASSETS WITH THE USE OF INTELLIGENT CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

E.P. Grabchak, Director of the Department, Ministry of Energy of Russia, Doctor of Economics, Grabchak.eugene@gmail.com

E.L. Loginov, Head of Center, Ministry of Energy of Russia, Ph.D., Professor of the Russian Academy of Sciences, Twice winner of the RF Government Prize, evgenloginov@gmail.com

A.K. Derkach, Bachelor of National Research, Moscow State University of Civil Engineering, derkachak@mail.ru

The purpose of the article is to consider the problems of investment stimulation of economic growth in Russia during the implementation of the digitalization project for the management of electric and heat power assets using intelligent cyberphysical systems. The subject of the study is

the organizational and informational aspects of improving the management of the electric and heat energy sectors in the Russian energy sector. The necessity of “pushing” the Russian economy out of the crisis cycle due to investment stimulation of economic growth is substantiated. The electric and heat energy sector in the Russian energy sector has been proposed as a sectoral driver of economic growth and investment applications, since it is in this sector that competitive conditions for most Russian businesses are formed, which are energy-dependent and often energy-intensive. The main directions of digital restructuring of the entire system for managing electric and heat power assets are formulated. The basic principles of risk-based management based on intelligent cyber-physical systems are developed. The result is an automated control of each ruble along the chain of technological operations during operation and maintenance, which will ensure the receipt of investments from internal sources for the purpose of modernization.

The article is aimed at managers and specialists of government and corporate management bodies, and may also be useful for researchers, postgraduates and students.

Keywords: digital energy, investments, cyberphysical systems, digital topology, digital models.

Россия еще с советских времен, начиная со второй половины 80-х гг. XX в., находится в кризисной цикличности, где одни ключевые факторы, лежащие в основе кризисных явлений, сменяют другие. То есть один цикл кризиса сменяет другой, не позволяя экономике России выйти из кризиса.

Главный фактор нового типа кризиса — нехватка инвестиций, в первую очередь государственных, и одновременно уточнение приоритетности инфраструктурных проектов [1, с. 137].

Экономической моделью успешного развития развитых и новых индустриальных стран в последние 20 лет (США, Китай, Германия и пр.) является массированное инвестиционное стимулирование экономического роста (экономической активности) за счет эмиссии денежной массы в сочетании с мерами абсорбции инфляции.

Для вывода («выталкивания») экономики России из кризисной цикличности необходимо найти форму инвестиционного стимулирования экономического роста (экономической активности), которая балансировала бы инфляционные эффекты любыми другими факторами, по образу США (в США это оперирование ценами на реальные и виртуальные товары и услуги, ценами фондового рынка и пр., для России же нужен другой подход).

Новый вектор инвестиционной политики в экономике России

Сегодняшние экономические кризисные явления в России — это кризисные явления нового типа, так как причины ранее длившейся кризисной цикличности исчерпаны:

— переход России от централизованной распределительной экономики к экономике спроса и предложения состоялся;

— цены на нефть, несмотря на крайне высокую волатильность, достигли хоть и невысокого, но в целом приемлемого для российской экономики уровня (ранее, в первом десятилетии нового века, даже более низкие цены на нефть позволяли нашей стране справляться с экономическими проблемами);

— санкции, применяемые Западом к России, в своей основной массе, скорее, защищают российскую экономику, чем ее разрушают (позволяют реализовать защитные меры, ограничивая импорт в пользу отечественного производства).

Необходимо убрать иллюзии микроэкономического характера: иностранных инвестиций в экономику России в необходимом размере в ближайшей перспективе не будет. (Китай — не помощник и инвестор, а конкурент нового типа: «конкурент-партнер»). Поэтому России необходимо опираться на собственные силы, формируя собственные инвестиционные источники за счет эмиссии денег с целевым вложением в проекты, дающие наибольший результат для экономики.

То есть рычаг «выталкивания» экономики России из сегодняшнего кризиса в целях предотвращения нового витка кризиса – дозированная эмиссия с целевым вложением госинвестиций в ограниченное число крупных инвестиционных проектов (инвестпрограмм). Условие выбора таких проектов – отдача от них должна начаться не позднее чем на третий год с момента вложения инвестиционных средств. Еще одно условие – не дать перекачать инвестиционные деньги в валюту и вывести за рубеж.

Можно предложить четыре укрупненные группы инвестпроектов:

– расширение экспорта (наращивание инфраструктуры экспортных поставок энергоресурсов, сырья и зерна);

– создание отечественной индустриальной базы для построения цифровой экономики (заново создать отрасль приборостроения – собственное производство компьютерного оборудования);

– цифровизация топливно-энергетической системы в ЕАЭС в целом (от Китая до Западной Европы) для формирования конкурентоспособного энергообслуживания потребителей.

Особенно важен сектор электро- и теплоэнергетики, так как именно в этом секторе формируются условия конкурентоспособности большинства российских бизнесов, которые являются энергозависимыми и часто – энергоемкими.

Цифровая перестройка всей системы управления электро- и теплоэнергетическими активами

Прежде всего необходимо принципиальное изменение подходов к эксплуатации, ремонту и модернизации оборудования [6, с. 41].

Ранее техническое состояние оборудования оценивалось как функция бухгалтерского износа. В рамках новых подходов введено понятие «индекс технического состояния» в увязке с анализом того, какие активы есть у компании, как они эксплуатируются, каковы показатели аварийности. Сюда можно отнести технологию управления объектами электро- и теплоэнергетики с применением интеллектуальных киберфизических систем, осуществляющих поддержку различных видов риск-ориентированного управления на базе цифровых технологий, позволяющих использовать виртуальную модель отслеживания жизненного цикла оборудования в рамках узлов единой унифицированной цифровой модели тепловых электрических станций в увязке с тепло- и электросетями и пр.

Эти задачи могут быть конфигурированы в рамках расчетных моделей планирования режима работы сетей с использованием цифровой топологии сетей, включающих задания и связанные цифровые решения, позволяющие оперативно оценивать и предсказывать состояние тепловых электрических станций и их взаимодействие с тепло- и электросетями [2, с. 8].

При переходе к цифровым технологиям в рамках системы онлайн-мониторинга будут производиться сбор и обобщение данных оценки технического состояния основного технологического оборудования тепловых электрических станций, когда система заранее сигнализирует о необходимости ремонта оборудования для перехода от планово-предупредительных ремонтов оборудования тепловых электрических станций как квазиинтегрированного комплекса с тепло- и электросетями к ремонтам по состоянию оборудования.

Для повышения эффективности контроля всех технологических процессов должна быть разработана виртуальная модель отслеживания жизненного цикла оборудования, интегрированная с адаптивными оболочками прикладных цифровых бизнес-сервисов, для построения управления как технологическими, так и экономическими бизнес-процессами на основе оценки и прогнозирования изменения технического состояния объектов.

Использование цифровой топологии сложных тепло- и энергосистем позволяет сформировать механизм системной оценки и прогноза технического состояния производственного оборудования на основе данных мониторинга, статистики дефектов и отказов в целях прогнозирования уровня износа оборудования и вероятности наступления отказов [7, с. 344].

Предлагаемый подход с применением интеллектуальных киберфизических систем создаст возможности для целеполагания на уровне отрасли и объединяет управление активами

в единый отраслевой бизнес-процесс. Для этого оценивается техническое состояние каждого элемента оборудования в рамках онлайн-мониторинга, когда система заранее сигнализирует о необходимости ремонта оборудования, с последующим интерактивным формированием цифровых двойников технологических процессов, физических систем, объектов и изделий, с формированием основ высокой наблюдаемости, требуемых для перехода от планово-предупредительных ремонтов оборудования к ремонтам по состоянию [3, с. 26].

Базовые принципы риск-ориентированного управления на базе интеллектуальных киберфизических систем

Базовые принципы риск-ориентированного управления на базе интеллектуальных киберфизических систем для внедрения комплексной риск-ориентированной системы управления производственными активами тепловых электрических станций в увязке с тепло- и электросетями включают:

– возможность анализа технического состояния каждого элемента оборудования в рамках системы удаленного мониторинга, оценки и прогнозирования изменения технического состояния объектов для определения оптимального вида, состава и стоимости технического воздействия на оборудование (группы оборудования);

– возможность определения интегрального показателя технического состояния оборудования в отношении основного технологического оборудования тепловых электрических станций и тепло- и электросетей с последующим интерактивным формированием цифровых двойников технологических процессов, физических систем, объектов и изделий;

– возможность полицентрической интеграции данных оценки технического состояния основного технологического оборудования тепловых электрических станций и тепло- и электросетей для формирования сценариев технических воздействий на оборудование: продолжения эксплуатации, ремонта, замены, технического перевооружения или реконструкции;

– возможность анализа оценки технического состояния каждого элемента оборудования в рамках единой унифицированной цифровой модели, их характеристик с решением задачи нахождения оптимизированных значений при нечетких условиях и ограничениях; по минимальному значению определяется интегральный показатель оборудования (группы оборудования) допустимых классов между идентифицируемыми индексами технического состояния каждого элемента оборудования;

– возможность выявления семантики анализируемых индексов технического состояния каждого элемента оборудования, интегрированных с блоками, позволяющими определить количественные оценки готовности к работе в отопительный сезон субъекта электро- и теплоэнергетики, рейтинговые категории, по которым регулятор фиксирует готовность к работе в отопительный сезон данного субъекта, и пр.;

– возможность сбора необходимой информации в отношении расчетных моделей планирования режима работы тепловых электростанций и сетей с использованием цифровой топологии сложных тепло- и энергосистем в отношении функциональных элементов единой унифицированной цифровой модели, позволяющей обеспечить построение унифицированных систем учета оборудования, эксплуатируемого на объектах электро- и теплоэнергетики, их технологических параметров и характеристик, необходимых для принятия оптимальных управленческих решений.

Из таких решений прежде всего надо выделить решения по сквозной цифровизации бизнеса [4, с. 198].

Заключение

Основная задача при повышении надежности и безопасности энерго- и теплоснабжения в рамках имеющейся тарифно-ценовой нагрузки на потребителя – оптимизировать затраты на эксплуатацию и ремонт для высвобождения средств на модернизацию с внедрением перспективных технических решений инновационного характера.

Формирование цифровой топологии как основы единой цифровой модели тепловых электрических станций в увязке с тепло- и электросетями (от получения газа до продажи

электроэнергии и тепла конечному потребителю) позволит осуществлять контроль каждого рубля в цепочке технологических операций в процессе эксплуатации и ремонта, обеспечит получение инвестиций из внутренних источников на цели модернизации, а значит, и повышение надежности и безопасности в отрасли.

Список литературы

1. Агеев А.И. Институциональные механизмы снижения мультифакторных рисков для валютно-финансовой системы России и ЕАЭС в условиях нелинейной экономической динамики. М.: Ин-т экономических стратегий, 2017. 104 с.
2. Грабчак Е.П. Концептуальный подход к внедрению в отрасли рискориентированной системы мониторинга и оценки готовности субъектов электроэнергетики к работе в отопительный сезон // Электроэнергия. Передача и распределение. 2018. № 3 (48). С. 4–10.
3. Грабчак Е.П., Медведева Е.А., Петренко А.О., Щинова Т.В. О методологии расчета технического риска на основе вероятности и последствий отказа функционального узла и единицы основного технологического оборудования // Электроэнергия. Передача и распределение. 2019. № 1 (52). С. 22–29.
4. Логинов Е.Л., Шкута А.А. Развитие интеллектуальных сервисов в автоматизированных информационных системах управления. М.: Финансовый ун-т при Правительстве РФ, 2018. 214 с.
5. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Абрамов В.И. Компьютерное ситуационное моделирование в управлении экономикой // Государственный аудит. Право. Экономика. 2017. № 3–4. С. 31–40.
6. Рогалев Н.Д., Молодюк В.В., Максимов Б.К. Принципы формирования, разделения и описания требований надежности и безопасности в электроэнергетике // Вестник МЭИ. 2017. № 4. С. 36–49.
7. Щербатов И.А., Гурьянова В.В., Цуриков Г.Н. Определение технического состояния оборудования электроэнергетики // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2018. № 1. С. 341–345.

References

1. Ageev A.I. *Institutsional'nye mekhanizmy snizheniya mul'tifaktornykh riskov dlya valyutno-finansovoy sistemy Rossii i EAES v usloviyakh nelineynoy ekonomicheskoy dinamiki* [Institutional mechanisms for reducing multifactorial risks for the monetary and financial system of Russia and the EAEU in the conditions of nonlinear economic dynamics] *In-t ekonomicheskikh strategiy* [Institute of economic strategies]. Moscow. 2017. P. 104.
2. Grabchak E.P. (2018) *Kontseptual'nyy podkhod k vnedreniyu v otrasli riskorientirovannoy sistemy monitoringa i otsenki gotovnosti sub'ektov elektroenergetiki k rabote v otopitel'nyy sezon* [Conceptual approach to the introduction of risk-oriented monitoring and evaluation system in the industry of readiness of subjects of electric power industry to work in the heating season] *Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie* [Electric Power. Transmission and distribution]. No. 3 (48). P. 4–10.
3. Grabchak E.P., Medvedeva E.A., Petrenko A.O., Shchinova T.V. (2019) *O metodologii rascheta tekhnicheskogo riska na osnove veroyatnosti i posledstviy otkaza funktsional'nogo uzla i edinity osnovnogo tekhnologicheskogo oborudovaniya* [On methodology of calculation of technical risk on the basis of probability and consequences of failure of functional node and unit of basic technological equipment] *Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie* [Electric Power. Transmission and distribution]. No. 1 (52). P. 22–29.
4. Loginov E.L., Shkuta A.A. (2018) *Razvitie intellektual'nykh servisov v avtomatizirovannykh informatsionnykh sistemakh upravleniya* [Development of intelligent services in automated information management systems] *Finansovyy un-t pri Pravitel'stve RF* [Financial University under the government of the Russia]. Moscow. 214 p.
5. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Abramov V.I. (2017) *Komp'yuternoe situatsionnoe modelirovanie v upravlenii ekonomikoy* [Computer situational modeling in economic management] *Gosudarstvennyy audit. Pravo. Ekonomika* [State audit. Right. Economy]. No. 3–4. P. 31–40.
6. Rogalev N.D., Molodyuk V.V., Maksimov B.K. (2017) *Printsipy formirovaniya, razdeleniya i opisaniya trebovaniy nadezhnosti i bezopasnosti v elektroenergetike* [Principles of formation, separation and description of reliability and safety requirements in electric power industry] *Vestnik MEI* [Bulletin of MEI]. No. 4. P. 36–49.
7. Shcherbatov I.A., Guryanova V.V., Tsurikov G.N. (2018) *Opredelenie tekhnicheskogo sostoyaniya oborudovaniya elektroenergetiki* [Determination of technical condition of electric power equipment] *Informatsionnye tekhnologii. Problemy i resheniya* [Information technologies. Problems and solutions]. No. 1. P. 341–345.