

Ссылка для цитирования этой статьи:

Воробьев Е.С. Переход российской электроэнергетики к модели «цифрового» развития – технологические и инвестиционные аспекты // Human progress. – 2018. – Том 4, № 5 [Электронный ресурс] URL: http://progress-human.com/images/2018/tom4_5/Vorob'ev.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

УДК 332

ПЕРЕХОД РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ К МОДЕЛИ «ЦИФРОВОГО» РАЗВИТИЯ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ



Воробьев Евгений Сергеевич
кандидат экономических наук,
научный сотрудник Институт Экономики УрО РАН

evgenysv@mail.ru
ул. Московская, 29
г. Екатеринбург, РФ, 620014
+7 (343) 269-10-70

Аннотация. Статья описывает современное состояние и перспективы развития электроэнергетики в Российской Федерации. Выявлены основные тенденции развития: цифровизация производства и передачи энергии, создание инфраструктуры распределенной генерации, агрегаторов спроса, виртуальных электростанций. Названы основные причины высокой цены электроэнергии для конечного потребителя. Перечислены принципы построения современной инфраструктуры российской электроэнергетики. Схематично представлена существующая и планируемая рыночная архитектура данной отрасли с учетом ее цифровизации. Представлено понятие «цифровизации» сетей в соответствии с дорожной картой Национальной технологической инициативы EnergyNet, а также цели развития электроэнергетики страны на период до 2035 года. Названы пилотные проекты, в которых реализуется цифровая архитектура отрасли электроэнергетики. Описаны возможности для масштабного привлечения частных инвестиций в энергетику, монетизации потребительских сервисов, формирования различных практик энергообмена. Вместо общепринятого мнения о реконструкции большинства существующих крупных электростанций как безальтернативном варианте компенсации возрастающей потребности в мощностях предлагается использовать различные технологии распределенной энергетики для сокращения потребности в энергии. Определены положительные экономические эффекты при переходе отрасли электроэнергетики к сценарию цифрового развития, а также риски.

Ключевые слова: электроэнергетика; цифровые технологии в электроэнергетике; инвестиции в электроэнергетику; модель цифрового развития; риски модернизации электроэнергетики.

JEL Коды: L 94; O 30; D 92.

Введение

Развитые страны США, Япония, страны Евросоюза в настоящее время реализуют сценарии инновационного развития отрасли электроэнергетики. Основными тенденциями являются цифровизация производства и передачи энергии, создание инфраструктуры распределенной генерации, агрегаторов спроса, виртуальных электростанций.

Электроэнергетика традиционно является одним из самых консервативных секторов экономики многих стран. Однако развитие технологий, способствующих появлению новых потребительских ценностей (гибкое управление затратами, реализация излишков энергии обратно в сеть) уже сейчас определяет изменение рыночной архитектуры данной отрасли. Данная тенденция является благоприятной как для государства, создавшего работающие институты развития инновационного бизнеса, так и для российских технологических и инжиниринговых компаний.

Целью настоящей статьи является определение сущности процесса цифровизации электроэнергетики России, ее положительного влияния на экономику страны и рисков.

Модель «цифрового» развития электроэнергетики России

Следует иметь в виду, что в настоящий момент одной из главных проблем российского электроэнергетического сектора является высокая цена электроэнергии для конечного потребителя (в некоторых случаях выше 6 руб./кВт*час без НДС).

Высокая цена (как за потребленную энергию, так и за мощность) обусловлена следующими причинами:

1. Большие расстояния (Российские сети самые протяженные в мире).
2. Высокая стоимость капитала.
3. Высокая стоимость строительства.
4. Низкая загрузка сетевых и генерирующих мощностей.
5. Низкая производительность труда.
6. Нарастающее старение основных средств.

При этом, по данным исследователей, при реализации «инерционного» сценария развития, для модернизации объектов электроэнергетики и строительства новых мощностей

до 2035 года потребуются инвестиции в размере 200–250 млрд долл. США [1].

Современная инфраструктура российской электроэнергетики построена на следующих принципах:

- технологическая и юридическая централизация генерирующих мощностей и сетей;
- централизованное диспетчерское обслуживание (Системный Оператор «ЕЭС»);
- производство и потребление электроэнергии синхронизировано.

Существующая архитектура электроэнергетической отрасли страны схематично представлена на рисунке 1.

Рис. 1: Архитектура современной энергосистемы РФ [2]

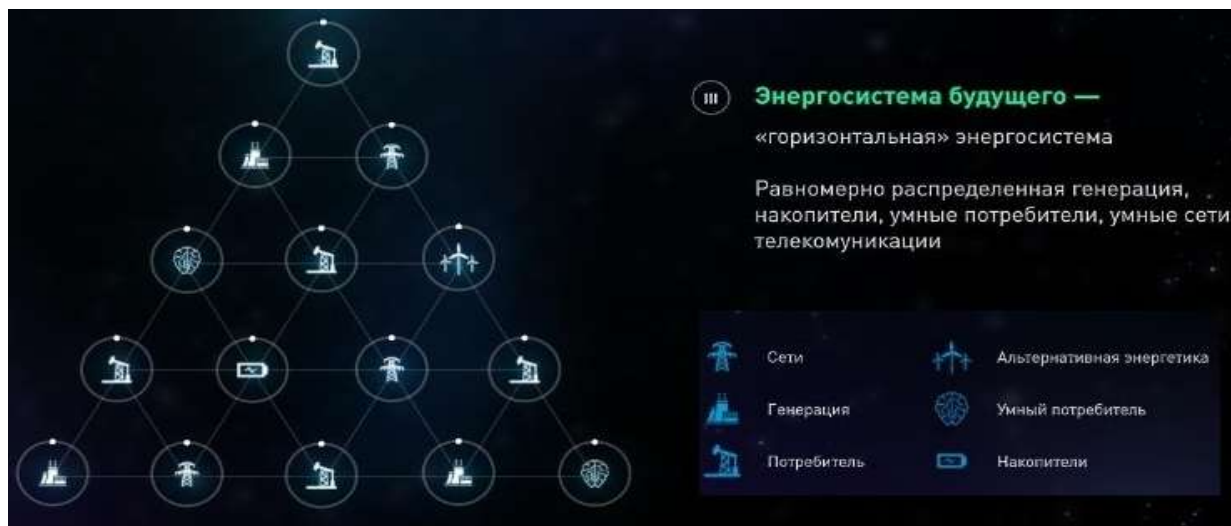


Задача по развитию «надежных и гибких сетей» стала одной из задач Национальной технологической инициативы EnergyNet (наряду с развитием распределенной генерации и потребительских сервисов в электроэнергетике), которая направлена на создание конкурентоспособных в мире технологических решений к 2035 году. Согласно дорожной карте Национальной технологической инициативы EnergyNet в понятие «цифровизации» сетей включается развитие систем интеллектуального учета энергетических потоков, систем распределенной автоматизации, систем контроля оперативного состояния оборудования и качества энергоснабжения, формирования цифровых моделей для оптимального управления функционированием и развитием энергосистемы.

Согласно данному направлению НТИ развитие таких направлений сетевых технологий необходимо для создания новых рынков, на которых потребители могут оперативно менять и корректировать свои потребности, для чего сетевой комплекс должен предоставлять услуги по энергоснабжению надежно и доступно. Помимо этого, среди целей – сокращение сетевых потерь (экономичность), адаптивность к любым источникам энергии и новым участникам рынка. [3].

Для достижения поставленных целей необходимо изменить архитектуру энергосистемы, на рисунке 2 представлена планируемая схема архитектуры с учетом цифровизации отрасли.

Рис.2: Архитектура «цифровой» энергетики РФ [2]



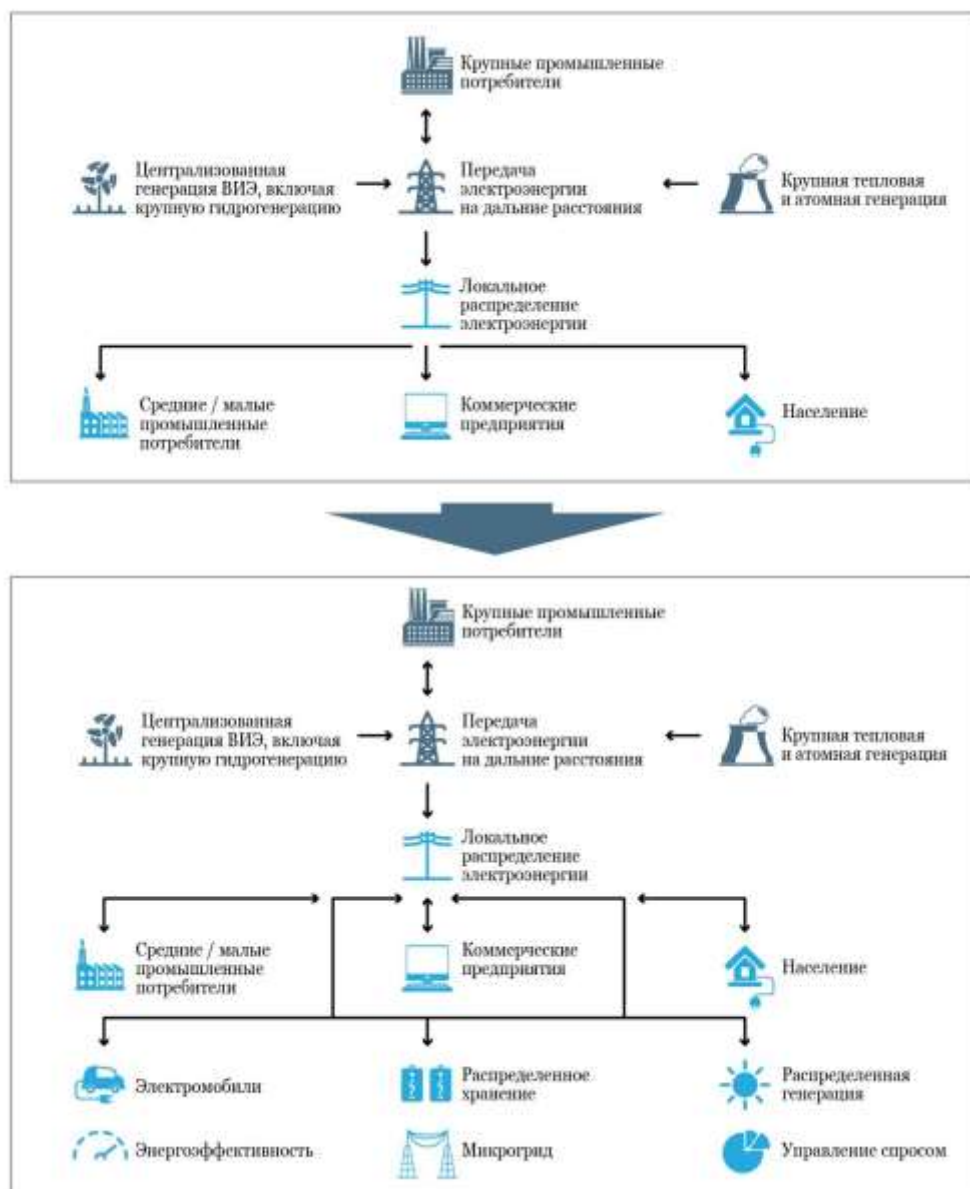
Такая схема архитектуры отрасли уже сегодня реализуется в нескольких пилотных проектах (рис.3)

Рис. 3: Пилотные проекты развития цифровой энергетики [3]

Город	Участники проекта	Характеристики
Калининград	ПАО «Россети» (АО «Янтарьэнерго»), «Таврида Электрик»	<p>Проект «Цифровой РЭС»: Проект начат в 2014 году, реализован первый этап (всего три этапа).</p> <p>Составляющие: первый этап — автоматизация центров питания и сетей (период окупаемости — 7 лет), второй — внедрение интеллектуального учета (период окупаемости — 9 лет), третий — повышение наблюдаемости и управляемости объектов сети 0,4-15 кВ.</p> <p>Предварительные результаты (повышение надежности):</p> <ul style="list-style-type: none"> сокращение среднего времени восстановления электроснабжения в 5 раз (до 49 мин.); сокращение числа обесточенных жителей более чем в 3 раза (с 3000 чел. до 900 чел.)
Севастополь	ПАО «Россети», администрация региона	<p>Проект «Цифровой РЭС»: В 2017 году подписан план мероприятий («дорожная карта») по реализации проекта. Срок реализации проекта: 2017-2025 годы.</p> <p>Ожидаемые результаты: рост надежности электроснабжения</p>
Уфа	АО «БЭСК», ООО «Сименс»	<p>Составляющие: внедрение системы интеллектуального учета (к 2019 году — до 35% от всех точек учета), автоматизация сети, использование элементов Smart grid.</p> <p>Ожидаемые результаты: повышение надежности сети; сокращение потерь электроэнергии (с 15,6% до 8,7%), повышение уровня автоматизации сети (700 распределительных устройств среднего напряжения); снижение затрат на эксплуатацию на 20%.</p>
Санкт-Петербург	ПАО «Ленэнерго», ООО «Сименс»	<p>В 2016 году подписано соглашение о сотрудничестве между компаниями; цель — модернизация электрических сетей Санкт-Петербурга (Центральный район) с внедрением элементов Smart Grid.</p>

Усилить данную тенденцию будет появление систем хранения (накопителей) электроэнергии. Энергетическая инфраструктура за счет цифровых технологий и автоматики становится активно адаптивным элементом энергетической системы. В сочетании с системами интеллектуального управления коммерческими и технологическими процессами сетевая инфраструктура преобразуется в новую киберфизическую платформу для гибкого и эффективного энергообеспечения потребителей (рис.4).

Рис. 4: Трансформация энергетической инфраструктуры [4]

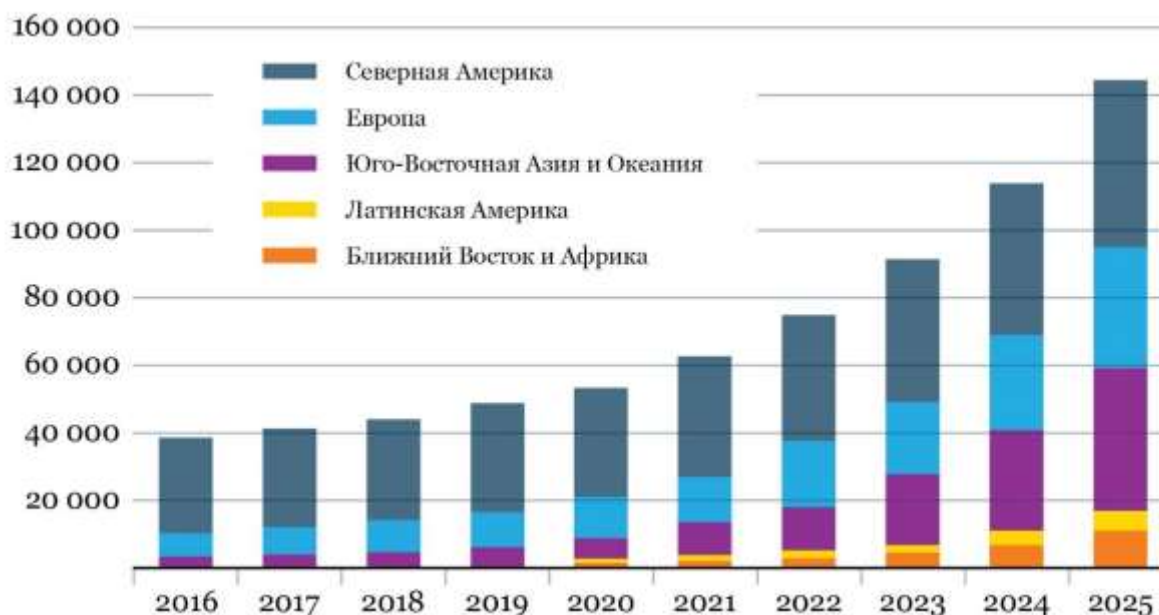


Появление новых технологий в финансовом секторе (Blockchain, Smart Contract, Decentralized Autonomous Organizations) создает возможности для масштабного привлечения

частных инвестиций в энергетику, монетизации потребительских сервисов, формирования различных практик энергообмена [5].

Среди регуляторов и основных игроков отрасли доминирует представление о том, что безальтернативным вариантом для компенсации этой потребности в мощностях является реконструкция большинства существующих крупных электростанций. Однако с помощью различных технологий распределенной энергетики возможно закрыть более половины потребности в генерирующих мощностях (около 36 ГВт к 2035 году). При этом наибольшей перспективой в России обладает распределенная когенерация (технология, показывающей высокую эффективность и в северных странах Европы (рис.5)) – по самым скромным оценкам ее потенциал составляет около 17 ГВт. Собственная генерация потребителей может обеспечить дополнительно около 13 ГВт, управление спросом – до 4 ГВт, энергоэффективность – 1,5 ГВт и микрогенерация на ВИЭ – 0,6 ГВт. Сценарий полного использования потенциала распределенной энергетики показывает возможность закрыть с ее помощью всю прогнозную потребность в генерирующих мощностях. Таким образом, развитие распределенной энергетики может стать альтернативным сценарием развития российской энергосистемы.

Рис. 5: Прогноз включения мощности потребителей в программы управления спросом, МВт [5]



Таким образом, положительными эффектами при переходе отрасли электроэнергетики к сценарию цифрового развития могут стать:

– уменьшение абсолютного размера инвестиций в строительство и модернизацию генерирующих мощностей:

- «заморозка» цен и тарифов на электроэнергию и мощность;
- появление новых субрынков – хранения электроэнергии, управление нагрузкой, виртуальных электростанций, а также новых рыночных субъектов;
- снижение энергоемкости национальной экономики.

Вместе с тем, цифровой сценарий развития электроэнергетики России несвободен от рисков и недостатков:

- отсутствие технических стандартов для новых технологических решений в отрасли (например, маршрутизатор энергии);
- усложнение регулирующего воздействия со стороны государства;
- недостаточна нормативная база, регламентирующая работу отрасли по цифровому сценарию;
- отсутствие к настоящему моменту «историй успеха» новых рыночных субъектов в энергетике, в т.ч. за рубежом.

Заключение

Цифровые технологии активно внедряются в отрасли электроэнергетики во всем мире, например обработка больших данных [6; 7; 8], 3D сканирование и печать [9]. Меняются и подходы к инвестированию отрасли [10], расчета стоимости электроэнергии [11]. Российская энергетика является одним из лидеров, поэтому внедряет цифровые технологии, которые для большинства стран пока недоступны.

Таким образом, следует говорить о сформированных к настоящему моменту технологических и рыночных предпосылках для полноценной инновационной трансформации российской электроэнергетики, успешный результат которой возможен при интеграции научного, экспертного сообщества, рыночных игроков, органов исполнительной и законодательной власти.

Литература

1. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2017 г. № 1209-р).
2. Ливинский, П.А. Цифровая сеть-драйвер развития цифровой экономики. Доклад. - Москва ПАО «Россети», 2018.
3. Цифровые технологии в сетевом комплексе // Энергетический бюллетень № 53 (октябрь). 2017. с.14.

4. Распределенная энергетика в России – потенциал развития. - Московская школа управления «Сколково». 2018. с.16-18.
5. Княгинин, В.Н.; Холкин, Д.В. Цифровой переход в электроэнергетике России. Экспертно-аналитический доклад. - Москва, Центр стратегических разработок, 2018, с. 16.
6. Kang, Ch.; Wang, Y.; Xue, Y.; с соавторами Big Data Analytics in China's Electric Power Industry // IEEE Power & Energy Magazine. 2018. Том: 16, Выпуск: 3. Стр.: 54-65.
7. Liu Qing; Zhu Boyu; Li Qinqian Impact of Big Data on Electric-power Industry / Конференция: 2nd IEEE International Conference on Big Data Analysis (ICBDA) Местоположение: Beijing, PEOPLES R CHINA публ.: MAR 10-12, 2017. Стр.: 465-468.
8. Wang Chunying; Li Wencui; Wu Lijie; с соавторами Research on the Bid Data Technique in Electric Power Industry / Конференция: 4th International Conference on Electrical and Electronics Engineering and Computer Science (ICEECS) Местоположение: Jinan, PEOPLES R CHINA публ.: OCT 15-16, 2016. Серия книг: ACSR-Advances in Computer Science Research. Том: 50 Стр.: 679-682.
9. Vozisova, O.; Eroshenko, S.; Koksharova, E.; с соавторами Application of 3D Scanning and Printing Technologies in Electric Power Industry / Конференция: IEEE International Conference on Industrial Technology (ICET) Местоположение: Taipei, TAIWAN публ.: MAR 14-17, 2016. Стр.: 892-897.
10. Veselov, F.V.; Solyanik, A.I. Methodological Approach for Harmonization of the Investment and Pricing Policy Options in the Electric Power Industry / Конференция: 10th International Conference on Management of Large-Scale System Development (MLSD) Местоположение: V A Trapeznikov Inst Control Sci, Moscow, RUSSIA публ.: OCT 02-04, 2017.
11. Liu, R.; Hu, X. Case Study of Construction Cost Estimation in China Electric Power Industry Based on BIM Technology // International Journal of Grid and Distributed Computing. 2016. Том: 9, Выпуск: 10. Стр.: 173-186.

RUSSIAN ELECTRIC-POWER INDUSTRY TRANSITION TO "DIGITAL" DEVELOPMENT MODEL - TECHNOLOGICAL AND INVESTMENT ASPECTS

Evgeny Vorobiev

**Candidate of Economics, research associate in Institute of Economics, Ural Branch of RAS
Yekaterinburg, Russia**

Abstract. The article describes the current state and prospects for the development of the electric power industry in Russian Federation. The main development trends are identified: digitalization of production and transmission of energy, distributed generation infrastructure creation, demand aggregators, virtual power plants. The main reasons are named for the high end user's price of electricity. The construction principles are listed of a modern Russian electric power industry infrastructure. The paper represents schematically the existing and planned market architecture of this industry, taking into account its digitalization. The concept of "electrical network digitalization" is presented in accordance with the National Technology Initiative EnergyNet road map, as well as the development of the country's electric power industry for the period up to 2035. The pilot projects are named in which the digital architecture of the electric power industry is implemented. Possibilities for large-scale private investments attraction in power engineering, consumer services monetization and various energy exchange practices formation are described. Instead of the generally accepted opinion about the reconstruction of most of the existing large power plants as a non-alternative option to compensate for the growing capacity demand, it is proposed to use various distributed energy technologies to reduce energy demand. Positive economic effects are identified in the electric power industry transition to the digital development scenario, as well as risks.

Keywords: electric power industry; digital technologies; investments into electric power industry; digital development model; risks of modernization.

JEL Code: L 94; O 30; D 92.

References:

1. General location layout of power facilities until 2035 (approved by the Russian Federation Government's order of June 9, 2017 No. 1209-p).
2. Livinsky, P.A. Digital network driver for the development of the digital economy. Report. - Moscow PJSC Rosseti, 2018.
3. Digital technologies in the network complex // Energy Bulletin No. 53 (October). 2017. p.14.
4. Distributed energy in Russia - the development potential. - Moscow School of Management Skolkovo. 2018. p.16-18.
5. Knyagin, V.N.; Kholkin, D.V. Digital transition in the electric power industry in Russia. Expert-analytical report. - Moscow, Center for Strategic Research, 2018, p. 16.
6. Kang, Ch.; Wang, Y.; Xue, Y.; et al. Big Data Analytics in China's Electric Power Industry // IEEE Power & Energy Magazine. 2018. Volume: 16, Issue: 3. P.: 54-65.

7. Liu Qing; Zhu Boyu; Li Qinqian Impact of Big Data on Electric-Power Industry / Conference: 2nd IEEE International Conference on Big Data Analysis (ICBDA) Location: Beijing, PEOPLES R CHINA publ.: MAR 10-12, 2017. P.: 465-468.
8. Wang Chunying; Li Wencui; Wu Lijie; at all. Research on the Bid Data Technique in Electric Power Industry / Conference: 4th International Conference on Electrical and Electronics Engineering and Computer Science Location: Jinan, PEOPLES R CHINA Publications: OCT 15-16, 2016. Book Series: ACSR -Advances in Computer Science Research. Volume: 50. P.: 679-682.
9. Vozisova, O.; Eroshenko, S.; Koksharova, E.; at all. Application of 3D Scanning and Printing Technologies in Electric Power Industry / Conference: IEEE International Conference on Industrial Technology (ICET) Location: Taipei, TAIWAN publ.: MAR 14-17, 2016. P.: 892-897.
10. Veselov, F.V.; Solyanik, A.I. Methodological Approach for Harmonization of the Investment and Pricing Policy Options in the Electric Power Industry / Conference: 10th International Conference on Management of Large-Scale System Development (MLSD) Location: VA Trapeznikov Institute of Control Sci, Moscow, RUSSIA publ.: OCT 02- 04, 2017.
11. Liu, R.; Hu, X. Case Study of Construction Cost Estimation in China Electric Power Industry Based on BIM Technology // International Journal of Grid and Distributed Computing. 2016. Volume: 9, Issue: 10. P.: 173-186.

Contact

Evgeny Vorobiev

Institute of Economics, Ural Branch of RAS

29, Moskovskaya str., Yekaterinburg, 620144, Russia

evgenysv@mail.ru