

## Экономические дилеммы развития «умных сетей»: иллюзии, реалии и перспективы

Иван Владимирович Данилин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е. М. Примакова Российской Академии Наук (ИМЭМО РАН), Москва, Россия

117997, Москва, Профсоюзная, д. 23

E-mail: danilin.iv@imemo.ru

Поступила в редакцию: 09.11.2017; одобрена: 21.11.2017; опубликована онлайн: 24.12.2017

### Аннотация

**Цель:** Целью настоящей работы является систематизация данных об экономических эффектах «умных сетей», классификация данных эффектов, определение вызовов, связанных с их реализацией, подходов и условий, при которых «умные сети» смогут обеспечить максимальную отдачу для коммерческих субъектов, экономики и общества.

**Методология проведения работы:** Работа основана на анализе научных и аналитических материалов, посвященных проблеме исследования, в том числе подготовленных на основе опросов отраслевых субъектов, а также систематических материалов по реализованным пилотным и промышленным проектам в сфере «умных сетей».

**Результаты работы:** В работе рассмотрены две группы экономических эффектов «умных сетей» – оптимизационные (связанные со снижением существующих операционных и инвестиционных затрат отраслевых компаний) и инновационные (связанные с реализацией перспективного функционала «умных сетей»). Показано, что несмотря на наличие положительных экономических результатов, оптимизационные эффекты «умных сетей» частично переоцениваются, частично имеют временный характер (из-за достижения предельных значений экономии затрат и инвестиционных ресурсов, перенесения выгод на потребителей и пр.). Инновационные эффекты на данный момент сложно оценить в силу преимущественно пилотного характера реализующихся проектов, недостижения «умными сетями» необходимого масштаба рынка (для реализации сетевых эффектов в соответствии с Законом Меткалфа) и иных факторов. Акцентируется противоречие между заявленными инновационными эффектами и существующей архитектурой рынка, отраслевым регулированием (особенно тарифообразованием) и иными системными факторами – что служит естественным барьером на пути реализации инновационных эффектов.

**Выводы:** Отмечено, что нарративы, описывающие развитие «умных сетей», можно считать метафорой представлений субъектов об «идеальной» энергетике будущего, так что ожидать от технологии решения всех возможных проблем электроэнергетики и энергосистемы не стоит. Но запрос на инновационную трансформацию отрасли и реализацию инновационных эффектов остается значимым. Это предполагает (при сохранении проактивного подхода к развитию технологий) акцент на экономическом измерении отраслевых инновационных процессов. Требуется формирование новых подходов, в том числе в части выбора агентов изменений, привлечения инвестиций, изменения роли государства и пр. В работе предложены три подхода, способных обеспечить реализацию инновационных эффектов: эволюционный (акцент на плавном изменении отраслевого регулирования для аккомодации к новым условиям и задачам), возврат к «традиционной» схеме развития базовых инфраструктур и прорывных технологий (государство как ключевой игрок и инвестор), а также условно-революционный (смещение фокуса на потребителей и новых субъектов, формирование инновационных кластеров «умных сетей» внутри существующей энергосистемы и рынка). Оцениваются ограничения данных подходов, отмечается, что в реальности будет наблюдаться их совмещение или последовательное применение. Основным вызовом называется изменение культуры и формирование транзитных институтов для отрасли.

**Ключевые слова:** «умные сети», энергетика, прорывные технологии, долгосрочные экономические эффекты, развитие

**Благодарность.** Статья подготовлена в рамках работы по проекту «Развитие науки и технологии в развитых и крупных развивающихся странах: тенденции и перспективы» программы Президиума РАН «Анализ и прогноз долгосрочных тенденций научного и технологического развития: Россия и мир» (№0170-2015-0016)

**Для цитирования:** Данилин И. В. Экономические дилеммы развития «умных сетей»: иллюзии, реалии и перспективы // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2017. Т. 8. № 4. С. 762–771. DOI: 10.18184/2079–4665.2017.8.4.762–771

© Данилин И. В., 2017

# Economic Dilemmas of Smart Grid Development: Illusions, Realities and Prospects

Ivan V. Danilin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Primakov Institute of World Economy and International Relations of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
23 Profsoyuznaya street, Moscow, 117997

E-mail: danilin.iv@imemo.ru

Submitted 09.11.2017; revised 21.11.2017; published online 24.12.2017

## Abstract

**Purpose:** the purpose of this work is to systematize data on the economic effects of Smart Grids, classify these effects, identify the challenges associated with their implementation, elaborate approaches and conditions under which Smart Grids can maximize returns for business entities, the economy and society.

**Methods:** the work is based on the analysis of scientific and analytical materials devoted to the research problem, including those prepared on the basis of surveys of industry actors, as well as systematic materials on implemented pilot and industrial projects in the field of Smart Grids.

**Results:** two groups of economic effects of Smart Grids are considered: optimization ones (related to the operating and investment costs reductions of industry actors) and innovative (related to the implementation of the prospective functionality of Smart Grids). It is shown that, despite the presence of positive economic results, the optimization effects of Smart Grids are partly overestimated, partly have temporary nature (due to natural limits for long-term costs savings and economy of investment resources, transfer of the resulting benefits to consumers and other reasons). Innovative effects are still difficult to assess due to the predominantly pilot nature of the Smart Grids projects, inadequate level of market penetration (considering network effects in accordance with the Metcalfe Law) and other factors. The contradiction between the declared innovative effects and the existing architecture of the market, industry regulations (especially tariff formation) and other systemic factors is accentuated – this serves as a natural barrier to the implementation of innovative effects.

**Conclusions and Relevance:** narratives describing the development of Smart Grids can be considered a metaphor for the representations of subjects about the «ideal» energy system of the future, so it is senseless to expect Smart Grid technology to solve all possible problems of the industry and energy systems. But the demand for an innovative transformation of the power sector and for innovative effects remains significant. This assumes (with enhanced support for development of new technologies) an emphasis on the economic dimension of industrial innovation processes. New approaches are needed – defining agents of change, solutions for rising investments, changing the role of the state, etc. Three approaches are proposed in the paper that can support implementation of innovative effects: evolutionary (emphasis on smooth changes in industry regulation for accommodation to new conditions and goals), return to the «traditional» model of development of basic infrastructures and emerging technologies (government as a key player and investor), and revolutionary scenario (shifting focus to consumers and new actors, forming innovative Smart Grid clusters within the existing energy system and markets). The limitations of these approaches are assessed, it is noted that in reality, their overlapping or consistent application will be observed. It is noted that the main challenge will be cultural changes and the formation of transit institutions for the industry.

**Keywords:** Smart Grids, energy, emerging technologies, long-term economic effects, development

**Acknowledgments.** This article is prepared within the project «Development of science and technologies in developed and developing nations: trends and perspectives» of the program of Presidium of Russian Academy of Sciences «Analysis and forecast of long-term trends of science and technology development: Russia and the world» (No. 0170-2015-0016)

**For citation:** Danilin I. V. Economic Dilemmas of Smart Grid Development: Illusions, Realities and Prospects. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitiie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2017; 8(4):762–771. DOI: 10.18184/2079–4665.2017.8.4.762–771

## Введение

За последние два десятилетия глобальная электроэнергетика столкнулась с целым рядом существенных вызовов. Среди них общий рост потребления энергии, старение базовой инфраструктуры и необходимость ее модернизации (развитые страны) или же ее быстрое строительство (развивающиеся экономики), экспоненциальное увеличение генерации из альтернативных возобновляемых источни-

ков энергии (ВИЭ), появление новых видов нагрузки («цифровой» спрос, гибридные и электромобили и пр.), реформы рынков. Возникла потребность в технико-технологическом обновлении отрасли. Итогом отраслевого инновационного развития стало формирование с начала 2000-х годов портфеля решений, которые объединяются под зонтичным понятием «умные сети» (англ. «Smart Grid»). Сам термин, согласно наиболее распространенной версии, появился 2003 г. [1].

С начала 2000-х годов были запущены первые пилотные, а затем и промышленные проекты в сфере «умных сетей»<sup>1</sup>. Однако темпы развития и масштабы поддержки стали по-настоящему значимыми только в посткризисный период (условно, с 2007–2009 гг.) [4–6]. Объясняется это ростом внимания к революционным энергетическим технологиям в антикризисных программах большинства развитых стран и Китая, а также появлением новых технологических возможностей в сфере интернет- и информационно-коммуникационных технологий: от так называемых «больших данных» до искусственного интеллекта.

Наряду с решением целого ряда технических проблем отрасли, от «умной энергетики» ожидают существенных экономических эффектов [7, 8]. Однако, оставляя в стороне вполне благополучное состояние вендоров конечных решений, экономическое измерение «умных сетей» до сих пор остается под вопросом, контрастируя с быстрым развитием технологий.

В данной ситуации изучение экономических проблем развития «умных сетей» оказывается актуальным и с научной, и с практической точки зрения – как фактор, способный помочь в определении требований и направлений развития отраслевой научно-технологической политики и регулирования.

Целью настоящей работы является систематизация данных об экономических эффектах «умных сетей», классификация данных эффектов, определение вызовов, связанных с их реализацией, а также подходов и условий, при которых «умные сети» смогут обеспечить максимальную отдачу для коммерческих субъектов, экономики и общества в целом.

**Обзор литературы и исследований.** Работы по проблематике экономики «умных сетей» имеют существенную специфику, обусловленную тем, что только к началу-середине 2010-х годов были получены более-менее полноценные результаты наблюдений по реализованным проектам – при том, что большая часть мероприятий все еще относится к пилотным и опытно-демонстрационным проектам (т.е. их комплексный экономический анализ затруднен).

Изначально значительный пласт работ связан с анализом нормативных сценариев экономических эффектов «умных сетей». Его, в свою очередь, можно разделить на две группы. Прежде всего, на этапе активизации госполитики в отношении «умных сетей» (2007–2011 гг.) экспертными, аналитическими, частично научно-экспертными центрами были сделаны сверхоптимистические оценки и

прогнозы. Их основой были не столько качественные модели, которые на тот момент разработать было невозможно, сколько стремление заинтересованных мобилизовать государственную и общественную поддержку нового направления (наиболее показательный пример [8]). Впоследствии появилась иная группа, уже сугубо академических работ, которая на основе инструментов моделирования и иных практик определяла характер, масштаб и специфику потенциальных экономических эффектов [7, 9, 10]. Подобные работы и до сих пор составляют, как можно понять, основной массив публикаций по проблематике экономических эффектов «умных сетей».

В 2010-х годах развитие технологии и реализация большого числа проектов внесли изменения в дискуссию по экономике «умных сетей».

Прежде всего, появились достаточно систематические материалы по реализующимся проектам и их параметрам [4–6, 11–13].

В этот же период постепенно стало увеличиваться число качественных научных и аналитических материалов, в том числе принадлежавших перу отраслевых экономистов, где были зафиксированы вызовы, противоречия и ограничения развития «умных сетей» с учетом существующей экономики отрасли и архитектуры рынков [13, 14, 15]. Хотя в общем потоке статей, посвященных рассматриваемой проблеме, подобных публикаций сравнительно немного, они представляют для рассмотрения наибольшую ценность. К данным работам примыкает группа статей и аналитических докладов, акцентирующих внимание на позициях, проблемах и интересах отраслевых субъектов, вовлеченных в мероприятия в сфере «умных сетей» [16, 17, 18, 19], что позволяет дополнить картину анализа отраслевых процессов, данную экономистами.

Помимо дискуссии об экономических результатах «умных сетей» в современных условиях, обе вышеуказанные группы материалов содержат ценные указания на потенциал и вызовы, связанные с их перспективными экономическими эффектами – а также прямо или опосредованно ставят вопросы о сценариях, условиях и факторах их реализации.

### Результаты исследования

Изучение литературы и аналитических материалов по экономическим эффектам «умных сетей» выявляет неоднозначную картину.

Как уже отмечалось, ранние (2007–2011 гг.) оценки носили сверхоптимистичный характер: предпола-

<sup>1</sup> Одним из пионеров стала Италия, где с 2000 г. началось массовое внедрение «умных» счетчиков первого поколения для снижения коммерческих потерь и уменьшения операционных издержек (проект Telegestore компании Enel). См.: [2, 3]

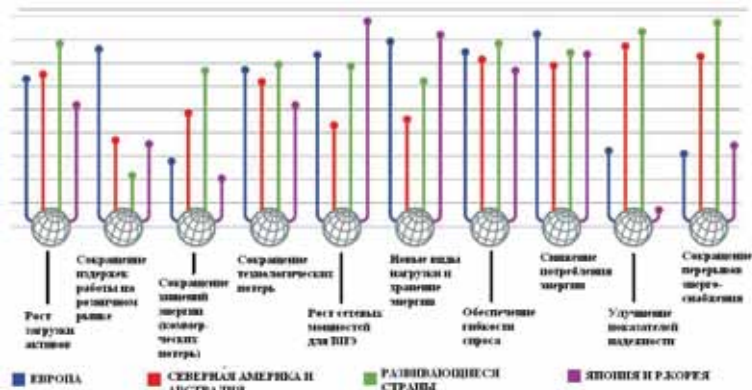
галось, что технология позволит решить почти все ключевые системные ограничения электроэнергетики и электросетевого комплекса, а за счет прямых и косвенных эффектов возврат на инвестиции в «умные сети» составит от 20 до 600% и выше [7–9,13]. Несмотря на явные искажения размеров эффектов, уже тогда были определены их основные группы, равно как и нормативные требования и ожидания, которые общество, государство и хозяйствующие субъекты связывали с развитием «умных сетей». Их можно классифицировать на два вида.

Во-первых, это (условно) оптимизационные эффекты, связанные преимущественно с решением

ряда существующих технических и экономических проблем энергокомпаний. Во-вторых – инновационные эффекты, возникающие благодаря реализации перспективных функционалов энергосистемы и появления новых технологий, рынков и субъектов, направленные на решение или деактуализацию системных проблем и ограничений современной электроэнергетики.

Несмотря на проинновационные нарративы властей и экспертных центров, а также в целом инновационный же фокус госполитики, реальные мероприятия в сфере «умных сетей» долгое время соответствовали скорее требованиям оптимизационного сценария. Определялось это, прежде всего, ключевой ролью, которую играли в процессе существующие энергокомпании. Как показывают опросы известной консалтинговой фирмы Accenture [19] (см. рис. 1, табл. 1), проведенные среди руководителей энергокомпаний разных стран, оптимизационные эффекты как минимум до недавнего времени оставались для этих субъектов основными. Речь идет о снижении различных видов операционных и инвестиционных затрат. Фокус на оптимизацию во многом подтверждается анализом содержания пилотных и промышленных проектов [4–6,12].

Спектр оптимизационных эффектов для энергокомпаний значителен. Это минимизация коммерческих потерь, уменьшение затрат на биллинг, клиентскую поддержку, обслуживание объектов инфраструктуры, снижение пикового спроса и связанных



Источник: [19, с. 15]

Рис. 1. Сравнительная актуальность различных сетевых решений, по регионам мира

Source: [19, p. 15]

Fig. 1. Relative importance of different network solutions by region

с ним инвестиций в сверхдорогую пиковую генерацию и избыточную сетевую инфраструктуру<sup>2</sup> и пр. Особо заметим, что интеграцию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) мы в данном случае также относим к оптимизационным задачам, так как в рамках соответствующих мероприятий решались технические вопросы, тогда как масштабные изменения рынков или практик энергокомпаний подразумевались не всегда.

Для потребителей оптимизационные сценарии результируют в сокращении затрат на энергоснабжение.

В перспективе существенные оптимизационные эффекты «умных сетей» связываются также с уменьшением потерь и убытков экономики из-за проблем с низким качеством энергоснабжения. Например, в США в середине 2000-х – начале 2010-х годов совокупный ущерб (непосредственные убытки, страховые выплаты, упущенная выгода и т.д.) от незапланированных перерывов и иных проблем с энергоснабжением составлял, по экспертным оценкам, от 70 до 140–178 млрд долл. США в год [8, 20, 21].

Инновационные эффекты «умных сетей» связываются с появлением новых функционалов энергосистемы, новых рынков и видов бизнеса. Наибольший интерес к ним проявляют государство, академический сектор, специализированные компании-поставщики, а также заинтересованные круги общественности. Каждая из этих групп видит

<sup>2</sup> В США, например, до 10% активов в сфере генерации (причем это очень дорогие объекты) и до 25% объектов распределительных сетей работают лишь 400 часов в год (около 5% от совокупного времени работы)

Таблица 1

## Ключевые факторы реализации проектов «умных сетей» в энергетических компаниях США и ЕС

Table 1

## Drivers of smart grid deployment for the EU and the USA energy companies

Мотивы (текущие и перспективные)	Доля положительных ответов руководителей компаний (%)	
	ЕС	США
Улучшение показателей надежности и реагирование на перерывы в энергоснабжении	72	97
Рост энергоэффективности и улучшение показателей энергоснабжения конечных потребителей	67	90
Снижение операционных издержек и потерь	67	83
Интеграция крупных объектов ВИЭ	89	73
Интеграция распределенных объектов ВИЭ	100	67
Интеграция новых видов нагрузки (электромобили и пр.)	83	70
Снижение издержек учета и затрат, связанных с функционированием службы по работе с клиентами	50	80

Источник: [19, с. 15]

Source: [19, p. 15]

для себя предметные выгоды на рынках будущего – в отличие от традиционных энергокомпаний, которые, несмотря на всю их проинновационную фразеологию, чувствуют определенную угрозу со стороны радикальных перемен.

Одним из наиболее важных инновационных результатов развития «умных сетей» называют массовое внедрение ВИЭ. Хотя интеграцию ВИЭ, как уже говорилось, нельзя рассматривать как инновационную задачу, «умные сети» должны внести свой вклад в достижение альтернативной энергетикой самокупаемости, обеспечение нормальной работы энергосистемы и технической возможности реструктуризации рынков, реализацию полноценного функционала потребителей с микрогенерацией ВИЭ (так называемые «просьюмеры») и иных процессов, связанных с развитием альтернативной энергетикой.

Большое значение придается новым видам субъектов и объектов, таких как просьюмеры или электромобили/автомобили-гибриды. Например, в мегаполисах парк подзаряжаемых от сети электромобилей является не только новой единицей потребления со специфическими инфраструктурными требованиями, но и, потенциально, гигантской распределенной системой накопления энергии (технологии V2G/G2V) для сглаживания пикового спроса, предоставления системных услуг и проч. Просьюмеры могут выполнять аналогичные функции – в том числе за счет формирования виртуальных электростанций (VPP, агрегатор малой генерации и потребления), а также стать частич-

ным субститутом классических генераторов, в том числе меняя характеристики отраслевых инвестиционных процессов.

Значимо в инновационном сценарии и влияние «умных сетей» на смежные сектора экономики. Это, например, развитие прорывных технологий в энергетике и транспорте, рост производства объектов ВИЭ, гибридов и электромобилей, сопутствующий рост занятости, качественный рост энерго- и топливосбережения, экологические эффекты и проч. Как вероятные последствия называется также появление новых типов бизнеса – от агрегаторов и до монетизации энергоинформации, объем которой экспоненциально растет по мере интеллектуализации энергетикой.

Наконец, учитываются и значительные положительные экстерналии – рост экологичности, энергобезопасности (за счет снижения потребности в минеральных топливах) и проч.

Однако насколько реалистичны и значимы как оптимизационные, так и инновационные эффекты?

Изучение литературы, аналитических материалов и отчетов о реализованных проектах позволяет утверждать, что оптимизационные мероприятия окупаются и даже приносят прибыль инвесторам и операторам [11, 12, 14, 15]. Однако масштаб эффектов далеко не всегда значим. Например, для 4-х-миллионного Рима они составляют на данный момент менее 40 млн евро в год [11]. При этом достоверность наличия положительных результатов для большинства проектов не подтверждена,

а их устойчивость во времени вызывает серьезные сомнения в силу естественного снижения отдачи от любых оптимизационных мероприятий, а также перенесения (в конечном счете) возникающих долгосрочных положительных эффектов на сторону потребителя за счет действующей системы тарифообразования.

Хорошим примером является один из наиболее популярных функционалов «умных сетей» – регулирование спроса индивидуальных потребителей за счет ценовых, реже – управляющих сигналов с использованием «умных» многотарифных счетчиков энергии, прежде всего, с целью сглаживания пиков потребления. Подобные мероприятия действительно воздействуют на спрос и имеют предметное экономическое выражение [7, 12, 13, 22, 23]. Однако, опять же, абсолютный и удельный масштаб эффектов не столь значим – даже если принять на веру все расчеты. Экономия средств минимальна (в США, к примеру, менее 200 долл. США в год на одно хозяйство), влияние на инвестиции в пиковую генерацию и дополнительные сетевые активы неочевидно. Существуют также вопросы о вовлеченности разных групп субъектов, общей эффективности подобных мероприятий в условиях неполного охвата адресных рыночных сегментов и проблемы «безбилетников» [22, 7].

Неудивительно, что в 2013 г. в перечислении проблем развития «умных сетей» именно ограниченный возврат на инвестиции занял первое место среди ответов руководителей энергокомпаний ЕС, где реализуется наибольшее число проектов «Smart Grid» [19]. Энергокомпании в США отдали данной проблеме второе место (основной была названа нехватка зрелых технологических решений). Но это, скорее всего, связано с определенным лагом в реализации направления в США относительно Западной Европы.

Понятно, что в ситуации массового внедрения «умных решений» совокупные эффекты станут значимы в масштабе отрасли и даже экономики – но лишь на сравнительно небольшое время, так как потом потенциал оптимизации будет исчерпан, а баланс затрат и выгод вновь станет лишь умеренно-положительным.

Говорить об экономических эффектах инновационного характера, с формальной точки зрения, на данный момент вообще не приходится. Реализуются пилотные проекты, оценивать эффективность которых бессмысленно, при том, что лишь небольшая их часть имеет комплексный характер. К тому же «умные сети» в их наиболее инновационном выражении представляют собой более-менее классический сетевой рынок, так что для его развития актуальным оказывается Закон Меткалфа (ценность

сети пропорциональна квадрату числа её пользователей). А значит, экономику по-настоящему «умной» электроэнергетики на ближайшую перспективу анализировать невозможно в принципе в силу недостижения ею необходимого масштаба [7].

Однако уже сейчас эксперты утверждают, что, исключая футуристические опции (использование электромобилей как «распределенного аккумулятора» и проч.), основные проблемы инновационных эффектов «умных сетей» связаны не с нехваткой передовых технологий или масштабами работ, а с отсутствием жизнеспособных и тиражируемых схем монетизации и бизнес-моделей [24, 7, 17, 16, 25, 26].

Ситуация во многом обусловлена спецификой отрасли. Электроэнергетика и энергосистема имеют стратегическое, жизненно важное значение для нормального функционирования любой экономики. К тому же это высококапиталоемкие и очень сложные технологические системы. Как следствие, возможность экспериментирования здесь априори ограничена, а сама отрасль является объектом жесткого регулирования и вмешательства государства (например, даже в наиболее развитых странах отраслевыми субъектами являются часто компании с государственным участием). При этом, несмотря на либерализацию, здесь доминируют преимущественно крупные компании. Все эти факторы значительно сужают пространство формирования перспективных игроков, бизнес-моделей и практик как необходимого элемента достижения инновационных эффектов.

Наиболее ярким примером является система тарифообразования. За немногими исключениями долгосрочные соображения инновационного развития при определении тарифов не принимаются во внимание. Это тем более верно, что немалая часть «умных» решений связана с проблемами, которые в настоящий момент неактуальны для потребителей и регуляторов [18]. Не устраивает их и неточность расчета издержек и инвестиций из-за невозможности определить многие предметные параметры и конфигурацию «умных сетей» в целом и конкретных проектов в частности [18, 27].

Проблемы возникают даже с основами экономики «умных сетей». Формула тарифа предполагает привязку доходов энергокомпаний к объемам продаж электроэнергии и (в ряде случаев) к сделанным инвестициям. В первом случае, поскольку внедрение «умных сетей» предполагает рост энергоэффективности, субъекты могут столкнуться со снижением доходов, тем более, что объемы рынков системных и иных услуг также могут сократиться в силу внедрения перспективных технологий [7, 13, 16, 17]. А фактические ограничения на рост тарифов по социальным и политическим причинам снижают интерес

к радикальным экспериментам и инвестиционную привлекательность отрасли. Формально, лимиты увеличения тарифов при росте проблем и задач развития в классической логике подрывных инноваций могли бы как раз стать драйвером формирования перспективных компаний и бизнес-моделей, но препятствием тут, как можно понять, оказываются зарегулированность отрасли, высокая цена «входа» на рынок и иные специфические факторы.

Ситуация усугубляется тем, что неопределенным остается и конечный масштаб затрат и рисков, связанных с интеллектуальными системами. Для «умных сетей» будут, видимо, актуальны более высокие темпы морального устаревания интернет- и «умных» программных решений по сравнению с «классическими» автоматическими системами управления [7], рост затрат на специализированный ИТ-персонал и инфраструктуру [16], риски кибербезопасности и программных сбоев и ассоциированные издержки.

Как следствие, в отличие от оптимизационного сценария, не до конца понятен характер и объем потребных инвестиций для энергосистемы будущего.

Неудивительно, что при росте расходов на НИ-ОКР, венчурных инвестиций и иной инновационной активности в сфере «умных сетей» сторонние игроки проявляют очень сдержанный интерес к собственному участию в «умных» рынках и проектах. И хотя разработанные учеными модели показывают выраженный потенциал инновационных рынков, их верификация остается делом будущего [7].

### Выводы

Экономические эффекты развития «умных сетей» и, главное, их масштаб и глубина остаются дискуссионным вопросом. Причем проблема имеет двоякий характер. С одной стороны, существует масса объективных технических и экономических сложностей, связанных с реализацией их потенциала. С другой, налицо феномен завышенных ожиданий – результат политического «маркетинга» (ради поддержки государства и общества) и компиляции интересов и запросов различных категорий субъектов [18]. В своем максимальном выражении нарративы, описывающие развитие «умных сетей», можно считать простой метафорой представлений субъектов об «идеальной» энергетике будущего – причем в современном понимании этого «идеала», основанном на анализе накопленных отраслевых проблем.

Но, хотя не стоит ожидать от «умных сетей» решения всех возможных проблем электроэнергетики

и энергосистемы, или же преуменьшать вызовы реализации их экономического потенциала, системные драйверы развития отраслевых инноваций остаются значимыми<sup>3</sup>. В частности, это гармонизация развития энергосистемы и экономики (меняется характер спроса на электроэнергию и сопутствующие услуги), энергоэффективность и снижение капиталоемкости отрасли, синхронизация спроса и потребления, либерализация рынков, в том числе в пользу потребителей, требования к экологии и иные факторы.

При всей неопределенности инновационных эффектов, трансформация отрасли на основе передовых технологий и подрывных инноваций актуальна еще и потому, что масштаб и устойчивость оптимизационных эффектов со временем неизбежно будут снижаться из-за достижения предельных значений экономии затрат и инвестиционных ресурсов. А попытка решения ключевых отраслевых проблем за счет сугубо оптимизационных подходов чревата лишь их временным смягчением при поистине колоссальных затратах.

В этой ситуации инновационный сценарий развития «умных сетей» становится возможен – при сохранении проактивного подхода к развитию технологий и росте акцента на экономическом измерении отраслевых инновационных процессов.

Если достижение оптимизационных эффектов вполне может быть обеспечено в рамках существующей модели рынка, архитектуры энергосистемы и с действующим инструментарием господдержки, то инновационное развитие «умных сетей» требует формирования новых подходов и приоритетов развития. Например, это касается выбора агентов изменений, привлечения инвестиций, корректировки роли государства (особенно учитывая невозможность или контрпродуктивность искусственного отбора компаний-чемпионов или новых бизнес-моделей).

Анализ научной литературы и аналитических материалов дает основания для выявления как минимум нескольких подобных подходов.

Предпосылками для их определения служат ряд тезисов. Во-первых, это неспособность текущих ключевых субъектов рынка полностью реализовать инновационный потенциал – равно как и недружественность текущей архитектуры рынка и регулирования к настоящему серьезным инновационным решениям в сфере «умных сетей». Во-вторых, специфика отрасли – низкая реалистичность сценария массового появления и быстрого роста новых субъектов и связанных

<sup>3</sup> Более систематично соображения представлены в: Данилин И., Холкин Д. Время энергетической революции // Вызов 2035 / Агамирзян И.Р. и др.; сост. Бурув В.В. М.: изд-во «Олимп-Бизнес», 2016. 240 с. ISBN 978-5-9693-0348-5

с ними бизнес-моделей (условие истинной «революции»). В-третьих, недостаточность отраслевых ресурсов для инновационного прорыва при безусловном требовании к росту инвестиций, особенно так называемых «умных денег», в интеллектуализацию сети и энергетики в целом.

Наиболее очевидным является эволюционный подход, связанный с глубокой, но относительно последовательной реформой отрасли и рынка с целью их плавной адаптации к реалиям будущего. Речь идет о дальнейшей либерализации, смене формул тарифообразования за счет введения акцента на инновационные показатели или связанные с ними эффекты (например, вознаграждение за рост энергоэффективности, экологичности или проч.), введении специализированного, ориентирующего на перемены регулирования. Эксперименты в сфере тарифообразования, инвестиционных и регуляторных практик уже идут [16, 17, 28] – в том числе для учета новых субъектов рынка (ср. поддержку просьюмеров в ФРГ). К числу основных проблем данного подхода можно отнести его некоторую половинчатость, которая может привести к низкой эффективности мероприятий или стагнации реформ, неочевидность повышения инвестиционной привлекательности отрасли, сохранение целого ряда системных ограничений, присущих отрасли.

Второй подход предполагает возврат к «традиционной» схеме развития базовых инфраструктур и прорывных технологий: опережающий рост государственной поддержки и инвестиций в рамках тесного диалога с хозяйствующими субъектами и государственно-частных партнерств. Заметим, что государство и сейчас является ключевым игроком в развитии «умных сетей», но позиционирует себя как «якорного» инвестора – гаранта и/или источника «стартовых» и рискованных инвестиций. Реализация второго подхода предполагает роль государства как системного заказчика, организатора и источника значительной части ресурсов инфраструктурного развития и сопутствующих процессов. За счет консолидации на стороне государства ключевых рисков и значительной части затрат будет обеспечено создание минимально достаточной инфраструктурной базы, которая позволит бизнесу реализовать в будущем перспективные функционалы, создать необходимые инфраструктурные «надстройки», сформировать новые рын-

ки. Основных вызовов в данном случае два – ресурсный и управленческий. Формально, в рамках рассматриваемого подхода можно говорить о большей определенности ресурсного обеспечения интеллектуализации энергетики, но ситуация не столь однозначна. Рост госдолга и бюджетных дефицитов, потеря большинством развитых стран навыков работы с мобилизационными инструментами и мегапроектами национального масштаба оказываются эффективным ограничителем на пути реализации данного подхода. Одновременно, для него характерны все проблемы, связанные с активными государственными интервенциями в экономику и сферу инноваций: искусственное ограничение конкуренции, вероятно неоптимальные экономические решения и проч. [7, 16].

Наконец, третий подход предполагает постепенную, но радикальную реформу рынка с фокусом на потребителей<sup>4</sup> и просьюмеров, агрегаторов и иных новых субъектов в рамках реализации «островной» стратегии развития перспективных кластеров «умных сетей» внутри существующей энергосистемы и архитектуры рынка. Одним из преимуществ сценария является перенос на потребителей части капитальных и операционных (включая некоторые задачи управления) издержек развития «умных сетей». Выше в данном сценарии и вероятность появления по-настоящему подрывных инновационных моделей и практик – в том числе, за счет более благоприятных условий реализации сетевых эффектов<sup>5</sup>. Явным недостатком сценария является высокий уровень рисков и неопределенностей, неготовность к нему регуляторов и ряда иных ключевых субъектов, компетенционные, методами технические и юридические, «провалы».

В реальности, скорее всего, для разных стран, регионов и энергосистем мы будем наблюдать различные комбинации или последовательность реализации данных сценариев и связанных с ними подходов, что обеспечит необходимую гибкость и адаптивность перехода к «умной сети». Важно то, что каждый из них потребует глубоких и серьезных изменений – от отраслевого регулирования до ментальности хозяйствующих субъектов, политиков и самих потребителей. Причем наиболее значимым – и наименее определенным – является формирование адекватных «транзитных» институтов, которые позволят прийти к целевому состоянию энер-

<sup>4</sup> Данные вопросы рассматривались в рамках семинаров по «умным сетям» Научно-технического центра ФСК ЕЭС – с участием Д.В. Холкина (АО «НТЦ ФСК ЕЭС», ныне – Центр стратегических разработок), А.Л. Архипова (ПАО «ФСК ЕЭС»), Д.А. Новицкого (ИПР РАН), И.В. Данилина (ИМЭМО РАН), К.А. Ермолаева (ГК «Совтех») и других экспертов

<sup>5</sup> Заметим, что в этом сценарии становится понятной схема коммерциализации энергетической информации: в формирующейся сложной системе с большим числом агентов цена информации будеткратно выше – что откроет путь для торговли ею, росту доходности агрегаторов и иных субъектов и моделей



госистемы без катастрофических последствий для существующей инфраструктуры и рынков.

### Список литературы / References

1. Burr M.T. Reliability demands will drive automation investments. *Fortnightly Magazine*. 2003; 1. Available at: <https://www.fortnightly.com/fortnightly/2003/11/technology-corridor> (accessed 10 December 2016) (in Eng.)
2. Rogai S. *Telegestore Project: Progress and Results*. IEEEISPLC. Pisa, 26th March 2007. Available at: <http://isplc2007.ieee-isplc.org/docs/keynotes/rogaipdf> (accessed 10 February 2017) (in Eng.)
3. Borghese F. *Automated Meter Management roll-out Enel's experience*. Enel. Rome, March, 5th. 2010. Available at: [http://www.fstrf.ru/eng/international\\_activity/meropr/4/4\\_1/04\\_-\\_Automated\\_Meter\\_Management\\_roll-out\\_borghese\\_fabio.pdf](http://www.fstrf.ru/eng/international_activity/meropr/4/4_1/04_-_Automated_Meter_Management_roll-out_borghese_fabio.pdf) (accessed 10 February 2017) (in Eng.)
4. ISGAN. *Smart Grid Project Catalogue*. Part 1, by Project main application. ISGAN Inventory Report. 31 March 2014; Annex 1, Task 2. 129 p. (in Eng.)
5. ISGAN. *Smart Grid Project Catalogue*. Part 2, by contribution to policy goal. ISGAN Inventory Report. 31 March 2014; Annex 1, Task 2. 422 p. (in Eng.)
6. *Joint Research Centre Smart Grid Projects Outlook 2014*. European Commission. JRC. Joint Research Centre. Institute for Energy and Transport. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2014. 156 p. Available at: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2014/report/ld-na-26609-en-n\\_smart\\_grid\\_projects\\_outlook\\_2014\\_-\\_online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2014/report/ld-na-26609-en-n_smart_grid_projects_outlook_2014_-_online.pdf) (accessed 10 May 2016) (in Eng.)
7. De Castro L., Dutra J. Paying for the smart grid. *Energy Economics*. 2013; 40(1):S74–S84. DOI: 10.1016/j.eneco.2013.09.016 (in Eng.)
8. Electric Power Research Institute. *Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid: A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid*. 2011 Technical report. Mar.2011. 162 p. Available at: [https://www.smartgrid.gov/files/Estimating\\_Costs\\_Benefits\\_Smart\\_Grid\\_Preliminary\\_Estimate\\_In\\_201103.pdf](https://www.smartgrid.gov/files/Estimating_Costs_Benefits_Smart_Grid_Preliminary_Estimate_In_201103.pdf) (accessed 21 December 2016) (in Eng.)
9. Hamilton B., Summy M. Benefits of the smart grid: part of a long-term economic strategy. *IEEE power & energy magazine*. January/February 2011; 101–104. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5673529>. (accessed 1 November 2016) (in Eng.)
10. Giordano V., Fulli G. A business case for Smart Grid technologies: A systemic perspective. *Energy Policy*. 2012; 40:252–259. DOI:10.1016/j.enpol.2011.09.066 (in Eng.)
11. Vitiello S., Flego G., Setti A., Fulli G., Liotta S., Alessandrini S., Esposito L., Parris D. *A Smart Grid for the city of Rome: a Cost Benefit Analysis*. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Energy and Transport. 2015. Available at: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/publications/acea\\_jrc\\_report\\_online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/publications/acea_jrc_report_online.pdf) (accessed 2 October 2017) (in Eng.)
12. The USA Department of Energy. *Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems. Results from the Smart Grid Investment Grant Program*. Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. September 2016. Available at: [https://energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report\\_09-26-16.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf) (accessed 10 September 2017) (in Eng.)
13. Xenias D., Axon C., Balta-Ozkan N., Cipcigan L., Connor P.M., Davidson R., Spence A., Taylor G., Whitmarsh L. *Scenarios for the Development of Smart Grids in the UK: Literature Review*. Working Paper. REF UKERC/WP/ES/2014/001. UK Energy Research Centre (UKERC). London. 2014. 184 p. Available at: [http://www.ukerc.ac.uk/support/tiki-download\\_file.php?fileId=3510](http://www.ukerc.ac.uk/support/tiki-download_file.php?fileId=3510) (accessed 11 November 2016) (in Eng.)
14. Joscow P. L. Creating a Smarter U.S. Electricity Grid. *Journal of Economic Perspectives*. 2012; 26(1):29–48. DOI: 10.1257/jep.26.1.29 (in Eng.)
15. Guo C., Bond C.A., Narayanan A. *The Adoption of New Smart-Grid Technologies. Incentives, Outcomes, and Opportunities*. RAND Corporation, Santa Monica, Calif. 2015. 78 p. Available at: [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_reports/RR700/RR717/RAND\\_RR717.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR700/RR717/RAND_RR717.pdf) (accessed 15 October 2016) (in Eng.)
16. Dedrick J., Zheng Y. *Smart Grid Adoption by U.S. Utilities: Organizational Drivers and Impacts*. Conference Paper. 2014 Grid of the Future Symposium. CIGRE US National Committee, 2014 (in Eng.)
17. Hall S., Foxon T.J. Values in the Smart Grid: The co-evolving political economy of smart distribution. *Energy Policy*. 2014; 74:600–609. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.08.018 (in Eng.)
18. Lunde M., Røpke I., Heiskanen E. Smart grid: hope or hype? *Energy Efficiency*. April 2016; 9(2):545–562. DOI: 10.1007/s12053-015-9385-8 (in Eng.)
19. Accenture. *Forging a Path toward a Digital Grid. Global perspectives on smart grid opportunities*. 2013. Available at: [https://www.accenture.com/hu-en/\\_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Forging-a-Path-toward-a-Digital-Grid\\_Global-Perspectives-on-Smart-Grid-Opportunities.pdf](https://www.accenture.com/hu-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Forging-a-Path-toward-a-Digital-Grid_Global-Perspectives-on-Smart-Grid-Opportunities.pdf) (accessed 20.10.2016) (in Eng.)
20. La Commare K.H., Eto J.H. Cost of Power Interruptions to Electricity Consumers in the United States (U.S.). LBNL-58164. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Environmental Energy Technologies Division. 2006. 31 p. Available at: <https://>

emp.lbl.gov/sites/all/files/report-lbnl-58164.pdf. (accessed 17.10.2016) (in Eng.)

21. Hodge N. *Power trip*. Allianz Global Corporate & Specialty.10 Allianz Global Corporate & Specialty. April 2012. Available at: [http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/GRD/GRD%20individual%20articles/Power\\_blackout\\_risks\\_article.pdf](http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/GRD/GRD%20individual%20articles/Power_blackout_risks_article.pdf) (accessed 17 October 2016) (in Eng.)
22. Blom M., Bles M., Leguijt C., Rooijers F.; van Gerwen R., van Hameren D., Verheij F. The social costs and benefits of Smart Grids Summary. CE Delft. 2012. Available at: [http://www.cedelft.eu/?go=home.downloadPub&id=1249&file=CE\\_Delft\\_3435\\_Summary\\_Social\\_costs\\_and\\_benefits\\_of\\_Smart\\_Grids.pdf](http://www.cedelft.eu/?go=home.downloadPub&id=1249&file=CE_Delft_3435_Summary_Social_costs_and_benefits_of_Smart_Grids.pdf) (accessed 01 October 2017) (in Eng.)
23. Kappagantu R., Senn S., Mahesh M., Daniel S. A. Smart grid implementation in India – A case study of Puducherry pilot project. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. 2015; 7(3):94–101. DOI: 10.4314/ijest.v7i3.11S (in Eng.)
24. Johnson M.W., Suskewicz J. How to Jump-Start the Clean-Tech Economy. *Harvard Business Review*. November 2009. Available at: <https://hbr.org/2009/11/how-to-jump-start-the-clean-tech-economy> (accessed 1 February 2017) (in Eng.)
25. Simões M.G., Kyriakides E., Blunnier B.R. A Comparison of Smart Grid Technologies and Progress in Europe and the U.S. *IEEE Transactions on Industry Applications*. July/August 2012; 48(34):1154–1162 (in Eng.)
26. Niesten E., Alkemade F. *UK Governments National Infrastructure Plan*. HM Treasury. 2013. Available at: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/263159/national\\_infrastructure\\_plan\\_2013.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/263159/national_infrastructure_plan_2013.pdf) (accessed 23 December 2016) (in Eng.)
27. Helms M. The lessons of smart grid test in Boulder. *Finance and Commerce*. 2013. April 24. Available at: <http://finance-commerce.com/2013/04/the-lessons-of-smart-grid-test-in-boulder/> (accessed at 02.12.2016) (in Eng.)
28. Cambini C., Meletiou A., Bompard E., Masera M. Market and regulatory factors influencing smart-grid investment in Europe: Evidence from pilot projects and implications for reform. *Utilities Policy*. 2016; 40:36–47. DOI: 10.1016/j.iup.2016.03.003 (in Eng.)

*Об авторе:*

**Данилин Иван Владимирович**, заведующий сектором инновационной политики, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е. М. Примакова Российской Академии Наук (117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 23), Москва, Российская Федерация, кандидат политических наук, [danilin.iv@imemo.ru](mailto:danilin.iv@imemo.ru)

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

*About the author:*

**Ivan V. Danilin**, Head of Innovation Policy Section, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences (23, Profsoyuznaya Str., Moscow, 117997), Moscow, Russian Federation, Candidate of Political Science, [danilin.iv@imemo.ru](mailto:danilin.iv@imemo.ru)

*The author have read and approved the final manuscript.*

