

*На правах рукописи*

**ГОМОНОВ КОНСТАНТИН ГЕННАДЬЕВИЧ**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ  
ЭНЕРГОСЕТЕЙ В РОССИИ**

Специальность 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством  
(экономика, организации и управление предприятиями, отраслями, комплексами –  
промышленность)

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата экономических наук**

Москва - 2016

Диссертация выполнена на кафедре «Экономико-математического моделирования» экономического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН).

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор  
**Матюшок Владимир Михайлович**

Официальные оппоненты: кандидат экономических наук, доцент кафедры  
экономики в энергетике и промышленности  
(ЭЭП) ФГБОУ ВПО "НИУ "МЭИ"  
**Амелина Анна Юрьевна**

доктор экономических наук, доцент, ведущий  
научный сотрудник лаборатории  
экономической динамики и управления  
инновациями ФГБУН Институт проблем  
управления им. В.А. Трапезникова РАН  
**Ратнер Светлана Валерьевна**

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт проблем рынка  
Российской академии наук**  
117418, г.Москва, Нахимовский просп., 47,  
+7 (499) 129-10-00

Защита диссертации состоится «18» октября 2016 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 212.203.30 при РУДН по адресу: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, зал № 1

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке РУДН по адресу: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Электронная версия автореферата и объявление о защите диссертации размещены на официальном сайте РУДН <http://www.rad.pfu.edu.ru> и отправлены для размещения на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки РФ по адресу [referat\\_vak@mon.gov.ru](mailto:referat_vak@mon.gov.ru) «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 года.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Ж.Г. Голодова

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В развитии электроэнергетики, как инфраструктурной базы для развития экономики, заинтересованы все экономические агенты: государство, бизнес, домашние хозяйства. Несмотря на падение в течение двух последних десятилетий спроса на электроэнергию в Европе, США и Австралии, потребность в товарах и услугах отрасли в мире, по данным Международного энергетического агентства (МЭА), удваивается каждые 20 лет. Электроэнергетика призвана обеспечить растущее население планеты (до 8 млрд. человек к 2030 г.) качественной электроэнергией и развитие экономики со среднегодовыми темпами прироста ВВП как минимум в 3,5-4%. В 2014 году мировой объем произведенной электроэнергии составил 20302 ТВт/ч<sup>1</sup>. Однако, среднемировое потребления электроэнергии на душу населения ниже уровня США в 4,2 раза. Нарастанию показателя производства и потребления электроэнергии препятствует целый ряд факторов, прежде всего – это замедление темпов роста ВВП, дефицит инвестиций в отрасль, нарастающая нагрузка на окружающую среду (прирост выбросов CO<sub>2</sub> за последние 10 лет составил 52%<sup>2</sup>), технологическое состояние генерирующего и электросетевого хозяйства, геополитические и другие угрозы.

Все страны, решающие проблемы энергообеспечения, нуждаются не только в надежных источниках снабжения электричеством, но и в снижении потерь на линиях передачи электроэнергии. Если в странах Запада относительные потери в сетях составляют 4 – 8% от отпуска электроэнергии, то в среднем по России, согласно данным МЭА за 2014 г. – 10,13% (107,7 млрд. кВт/ч)<sup>3</sup>, а по оценкам отечественных экспертов - 13-15%, а в некоторых сетях – 30% и более.

Одним из путей решения проблем в энергетической отрасли видится в инновационном развитии мировой и российской электроэнергетики на основе внедрения «умных» сетей или Smart Grid – интеллектуальной энергетической системы. На сегодняшний день преобладает точка зрения, что внедрение «умных» сетей ведет к повышению надежности и эффективности производства, передачи и использования электроэнергии, снижению потерь электроэнергии и времени аварийного отключения, внедрению возобновляемых источников энергии, сокращению выбросов углекислого газа, повышению качества взаимоотношений с потребителем, выявлению хищений электроэнергии, созданию рынка высокотехнологичной продукции.

По данным Bloomberg New Energy Finance (BNEF) общемировые инвестиции в Smart Grid достигли к 2014 г. 14,9 млрд. долл. В США с 2007 г. после крупной аварии в энергосетях создание системы Smart Grid стало одним из приоритетных национальных проектов. Однако крупнейшим инвестором в

---

<sup>1</sup> Статистический Ежегодник мировой энергетики 2015 г. - <https://yearbook.enerdata.ru/#world-electricity-production-map-graph-and-data.html>

<sup>2</sup> Там же

<sup>3</sup> Статистические данные Международного энергетического агентства - <http://www.iea.org/statistics/>

эту сферу является Китай (7 323 млн. долл.), который по этому показателю обогнал США (7 092 млн. долл.). Крупные инвестиции на развитие «умных» сетей производятся в странах ЕС, Японии, Бразилии.

В «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» одним из приоритетов является создание электрических сетей нового поколения (интеллектуальных сетей – Smart Grid). Модернизация и развитие «умных сетей», децентрализованной генерации закреплены в качестве приоритетов в «Энергетической стратегии России на период до 2035 года»<sup>4</sup>.

Однако процесс создания высокоэффективной и безопасной инфраструктуры с применением современного эффективного оборудования с интеллектуальными энергосистемами, локальное внедрение генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России идет очень медленно и на этот счет имеются очень осторожные точки зрения. Ряд экспертов считает, что пока не созданы принципиально новые технологии генерации и передачи электроэнергии, то технологический скачок в отрасли невозможен. В этих условиях концепция «Smart Grid» и связанные с ней дискуссии и разработки выглядят несколько искусственно и являются своеобразным золотым ключиком для открытия ларчика с инвестициями<sup>5</sup>.

Данные эксперты полагают, что использование термина Smart Grid в национальных программах по реконструкции и модернизации электроэнергетики не имеет большого смысла, так как на реализацию таких программ потребуется несколько десятилетий, в течение которых техника и технологии кардинально изменятся, а кроме того это потребует огромных инвестиций, а сегодня реально обсуждать лишь отдельные компоненты концепции Smart Grid. С экономической точки зрения это означает, что есть риски, что средства будут вкладываться в улучшение изначально неэффективных технологий. В итоге получится старая система с несколько лучшими показателями функционирования<sup>6</sup>.

Таким образом, исследование проблем экономической эффективности развития интеллектуальных энергосетей в России представляется крайне актуальным. Несмотря на многочисленные исследования в области способов повышения эффективности энергетики в целом, и электросетевого комплекса в частности, в настоящее время теоретические подходы внедрения интеллектуальной электроэнергетической системы в России нуждаются в дальнейшей разработке. Прежде всего это касается запуска пилотных проектов на принципах умной электроэнергетической системы в российском энергетическом комплексе, которые встречают ряд технологических, политических и коммерческих преград.

---

<sup>4</sup> Распоряжение Правительства РФ от 18 марта 2015 года №ДМ-П9-24пр «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года».

<sup>5</sup>Медведев Андрей. Smart Grid – прогресс или очковтирательство? <http://digitalsubstation.ru/blog/2014/05/22/smart-grid-progress-ili-ochkovtiratelstvo/>

<sup>6</sup> Гуревич А.И. Интеллектуальные сети: новые перспективы или новые проблемы- Market.elec.ru/nomer/33

**Степень разработанности темы.** Наиболее существенной теоретической и методологической базой для исследования послужили работы ученых: А. Вальда, А. Маршалла, Б. Когут, В. Парето, Г. Гроссмана, Г. Хамела, Д. Патинкина, Дж. Барни, Дж. Фон Неймана, Дж. Хикса, Ж.Р. Барроу, К. Эрроу, Л. Вальраса, М. Портера, О. Ланге, Р. Виттингтона, Р. Майлза, Р. Фримена, Р.Рамелта, С. Монтгомери, Э. Петтигрю.

Заметный вклад в развитие теории эффективности высокотехнологичных отраслей и энергетического сектора внесли труды российских ученых: А.А. Макарова, Б.Б. Кобец, В.В. Дорофеева, Е.Л. Логинова, Е.Ю. Хрусталева, М.А. Бендикова, Н.И. Воропай, Н.Л. Новикова, И.О. Волковой, С.А. Ратнер, Ю.В. Самошиной, Ю.Г. Шакарян, экспертов ИНЭИ РАН, а также тематические исследования зарубежных авторов Института инженеров электротехники и электроники (США), Института энергетических исследований (EPRI-США), исследования организации Гринпис (Greenpeace), данные Европейской Комиссии по научным исследованиям (European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit European Communities), Международного отчета по ВИЭ (Renewables Global Status Report 2009. RNE21, 2010) и многие другие.

В качестве теоретической основы для анализа экономической эффективности проектов использовались труды следующих ученых: А. Чандлера, А.А. Томпсона, А.Дж. Стрикленда, И. Ансоффа, К. Кристенсена. В рамках исследования проблем и перспектив развития электроэнергетической отрасли использовались специализированные материалы конференций, а также существующие программы государственного развития отрасли: «Энергетическая стратегия 2030», «Программа энергосбережения энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС» на период 2015-2019 гг.», «Программа инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» до 2020 года», «Инновации и развитие ПАО «Россети», статистические данные Всемирного банка и ряда специализированных агентств, а также ряд федеральных законов.

**Объект исследования** - электроэнергетическая отрасль России, в том числе ее сегмент – электросетевой комплекс.

**Предмет исследования** – экономические отношения, возникающие при внедрении концепции интеллектуальных сетей в энергетическом комплексе России и совокупность организационно-экономических мероприятий, необходимых для повышения уровня экономической эффективности электросетевого хозяйства.

**Цель исследования** - на основе теоретических данных и передового зарубежного и отечественного опыта раскрыть роль внедрения и развития интеллектуальных энергосетей с применением возобновляемых источников энергии в повышении экономической эффективности энергосетевого хозяйства в российской энергетической отрасли.

Достижение определенных выше целей предполагает постановку и последовательное решение следующих **основных задач**:

- уточнить теоретические основы экономической эффективности в такой сложной динамической экономической системе, как российская электроэнергетика;
- систематизировать основные факторы, влияющие на формирование нового стратегического направления развития энергосетей в России с использованием зарубежного опыта;
- конкретизировать трактовку понятия «умных» сетей – Smart Grid и концепции интеллектуальных сетей, используемых в российской практике;
- раскрыть проблемы отрасли, препятствующие развитию «умных» сетей;
- построить многофакторную эконометрическую модель потребления электроэнергии в России с учетом потерь электроэнергии и ее производства, в том числе с использованием ВИЭ; выполнить на базе эконометрической модели сценарные расчеты потребления электроэнергии в России до 2030 года в зависимости от ряда факторов, влияющих на потребление электроэнергии и доказывающие эффективность курса на внедрение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети;
- разработать карту сбалансированной системы показателей для предприятий, внедряющих «умные» сети; выявить общесистемные эффекты внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы, которые способны оказывать непосредственное влияние на эффективность единой энергетической системы России; провести оценку экономической эффективности отечественных проектов по имплементации «умных» энергосетей на примере ОАО «Башкирская электросетевая компания» и ПАО «Московская объединенная электросетевая компания».

**Методы исследования.** В диссертационном исследовании применялись современные методы системного анализа и синтеза, прогнозирования и экспертных оценок, методы экономико-математического анализа и эконометрического моделирования, многофакторный анализ, корреляционный анализ, адаптивное прогнозирование по методу Хольта-Уинтерса.

**Теоретической и методологической основами** диссертационного исследования являются труды российских и зарубежных ученых и практиков в области экономики и управления предприятием, систем менеджмента и планирования, методов повышения экономической эффективности энергетической отрасли в различных странах.

**Информационно–статистической базой** исследования послужили статистические и аналитические данные международных организаций, российских министерств и ведомств, специализированных зарубежных и отечественных изданий: Организации экономического сотрудничества и развития, Международного энергетического агентства, Министерства энергетики России, Министерства экономического развития РФ, ПАО «Россети», Института энергетических исследований РАН, АО «НТЦ ФСК ЕЭС». Использовались материалы специальных докладов и аналитических

обзоров, специализированных рейтингов, подготовленных авторитетными международными экспертами, периодических изданий, в том числе материалы, доступные через электронную сеть Интернет.

**Гипотеза научного исследования** заключается в том, что использование методов и технологических базисов построения интеллектуальной энергосистемы с применением альтернативных источников энергии будет способствовать повышению экономической эффективности энергосистемы, энергетической безопасности, а также гибкости управления энергетическими потоками.

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в: раскрытии экономической эффективности курса на внедрение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети; построении эконометрической модели для расчета прогнозных сценариев развития электроэнергетики России; разработке карты сбалансированной системы показателей для предприятий, внедряющих умные сети; выявлении общесистемных эффектов внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы, влияющих на повышение экономической эффективности единой энергетической системы России.

**Наиболее существенные научные результаты**, выносимые на защиту:

- с позиции различных экономических школ уточнены теоретические основы экономической эффективности такой сложной динамической экономической системы, как электроэнергетика, понимаемые как общий тренд системы к индикативно регулируемой и внутренней структурной гармонии, и самоорганизации, отвечающей на вызовы внешней среды с достижением не только текущих максимально эффективных, но и перспективных приемлемых результатов;

- систематизированы основные факторы формирования «умных» сетей (Smart Grid) - нового стратегического направления развития энергосетей в мире: с одной стороны, это – ожидаемый дефицит первичных источников энергии, растущие требования энергетической безопасности, постоянный рост стоимости электроэнергии в мире, недостаток квалифицированных кадров отрасли, рост требований всех участников энергетической деятельности, повышение уровня экологической безопасности, с другой стороны, это – появление и развитие новых технологий, устройств и материалов (в том числе в других отраслях), применимых в сфере производства энергии; активный рост малой генерации (в т.ч. на основе возобновляемых источников энергии); автоматизация и компьютеризация большинства процессов;

- конкретизирована трактовка понятия «умных» сетей (Smart Grid) и концепции интеллектуальных сетей, используемых в российской практике, под которыми предлагается понимать не только активно-адаптивную сеть передачи электроэнергии, а всю энергосистему, для которой будут характерны доступность, надежность, экономичность, положительные экологические эффекты, высокий уровень безопасности, способность к самовосстановлению в

случае аварий, рост эффективности за счет резкого увеличения управляемых элементов в генерирующей, сетевой и потребительской частях электроэнергетического комплекса;

- выявлены проблемы отрасли, препятствующие развитию «умных» сетей в России, в их числе: высокий уровень износа систем транспортировки, передачи и распределения энергии; низкая инновационная активность компаний; снижение уровня технологического регламента на эксплуатацию и сервисное обслуживание оборудования; дефицит инвестиционных ресурсов в отрасли; нецелевое расходование средств; технологическое отставание в создании современного оборудования для парогазовых, угольных и электросетевых технологий; снижение уровня эффективности государственных механизмов регулирования и контроля за деятельностью электроэнергетических компаний и пр.;

- разработана с использованием программного обеспечения Eviews многофакторная эконометрическую модель потребления электроэнергии в России с учетом потерь электроэнергии и ее производства, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии; на базе эконометрической модели выполнены модернизационный, адаптационный и инерционный прогнозные сценарии потребления электроэнергии в России до 2030 года, свидетельствующие об эффективности курса на внедрение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети;

- разработана карта сбалансированной системы показателей для предприятий, внедряющих «умные» сети; выявлены общесистемные эффекты внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы, которые способны оказывать непосредственное влияние на повышение экономической эффективности единой энергетической системе России; выполнена оценка экономической эффективности отечественных проектов по имплементации «умных» энергосетей на примере ОАО «Башкирская электросетевая компания» и ПАО «Московская объединенная электросетевая компания».

**Теоретическая и практическая значимость** выполненного исследования. Основные выводы и положения исследования могут быть применимы для решения вопросов повышения эффективности в реализации современных электросетевых проектов, а также локальных проектов в электроэнергетике России. Результаты работы могут быть использованы как при модернизации электросетевой отрасли, так и при оптимизации энергопотребления крупными предприятиями. Полученные результаты могут служить материалом при разработке проектов по обеспечению энергией изолированных территорий, привлечению инвестиционных ресурсов, способствовать развитию конкурентоспособности энергетической отрасли России. Материалы диссертационного исследования могут быть использованы для преподавания таких курсов как «Экономика предприятия», «Проектный анализ», «Оценка бизнеса» и др., а также способствовать созданию новых учебных материалов и курсов.



**Тематика исследования** соответствует п. 1.1.15. «Теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства», п. 1.1.18. «Проблемы повышения энергетической безопасности и экономически устойчивого развития ТЭК. Энергоэффективность», Паспорта ВАК при Министерстве образования и науки РФ по специальности 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – Промышленность)».

**Апробация результатов исследования.** Ключевые положения, результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования, были апробированы в выступлениях соискателя на российских и международных конференциях: г.Москва (2011 г.), г.Коимбра (Португалия, 2012 г.), г.Москва (2013 г.), г.Ницца (Франция, 2014 г.), г.Москва (2014 г.), г.Опатия (Хорватия, 2015 г.), г.Москва (2015 г.).

**Публикации.** Основные результаты диссертационной работы изложены в девяти публикациях общим объемом 5,7 п.л. (4 из которых опубликованы в изданиях перечня ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации).

**Объем диссертации** – 160 страниц основного текста. В основной части работы размещено 8 таблиц, 20 рисунков, логически связанных с текстом. Список использованной литературы включает в себя 188 наименований, в том числе на иностранных языках.

## **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

### **1. Уточнены теоретические основы экономической эффективности сложной динамической экономической системы.**

Для того, чтобы наиболее полно охарактеризовать понятие «экономическая эффективность», автором в историческом разрезе проанализировано формирование его сущности. Анализ показал, что в работе Л. Вальраса «Элементы чистой политической экономии» (1874 г.) в концепции общего экономического равновесия наиболее полно описана теоретико-методологическая база и сформулированы главные принципы действия сложного саморегулирующегося механизма рыночной экономики. Автор доказал, что система равновесности – это идеал, к которому стремится конкурентный рынок.

А.Маршалл впервые рассмотрел экономическое равновесие в реальной экономической динамике. Его исследования, показали, что экономическое равновесие не является нормальным и стабильным состоянием, к которому стремится рынок, а скорее всего — исключением из правила. Впоследствии Г. Шульц и У. Рикки, исследуя данную проблематику позднее, основываясь паутинообразной модели, пришли к выводу, что стабильность динамического равновесия существует только в случае превосходства эластичности спроса над предложением. В противном случае, нарушение равновесия под действием внешних факторов в последующем никогда не устанавливается, а колебания

конъюнктуры рынка усиливаются. Более очевидным становился тот факт, что действительное развитие экономической системы связано с отклонением от стабильного равновесия, нежели с самим таким состоянием. Причем неравновесие — это постоянное состояние между двумя равновесными точками, другими словами — обычное стабильное состояние экономической системы, способное устанавливаться на длительный период времени. К тому же, под воздействием ряда факторов, такое состояние может перейти в неустойчивое неравновесие (современная трансформационная экономика), пройти критическую точку фазы и поменять свой режим.

Такие выводы приводят к новому взгляду на содержание понятия категории эффективности. С точки зрения устойчивого неравновесия эффективность не может быть связана с равновесным состоянием экономической системы. Так, в условиях устойчивого неравновесия эффективность невозможно связать со стабильным состоянием, а ее максимизацию нецелесообразно рассматривать как последовательное движение к точке равновесия. В таком случае требуются другие подходы к пониманию эффективности, а также определение таких понятий и состояний, как равновесия и неравновесия. Достижение системы точки максимальной эффективности требует нового подхода и пути исследования. Как известно, концепция общего равновесия предполагает, что максимизация эффективности происходит через совместные действия потребителей и производителей, стремящихся максимизировать свои индивидуальные предпочтения, однако, в условиях неравновесного состояния системы такой состояние системы гораздо более сложный процесс. С позиции неравновесия экономической системы, максимизация эффективности во многих случаях невозможна. В такой ситуации целесообразным является поиск иных связей в системе, требующий дополнительных исследований проблем эффективности в неравновесных экономических системах.

Важным является процесс оценки категории эффективности с позиции эволюционной экономики, направленной на преодоление статистического характера неоклассической экономики. С позиции этой теории экономические процессы рассматриваются не как равновесные, а как спонтанные, хаотические, открытые и необратимые, то есть, по сути, неравновесные. В неравновесной экономической системе экономические процессы порождаются и развиваются по причине непосредственного и постоянного взаимодействия экономических субъектов с внешней средой, поэтому такие процессы не отделены от развития социальных институтов. С позиции эволюционной теории, компания рассматривается как живой, развивающийся, эволюционирующий организм. Она отвечает на вызовы внешней среды и оперативно меняет правила своего поведения, таким образом достигает удовлетворительных, но не всегда максимальных результатов в эффективности своего функционирования. В этом случае, эффективность сопоставима со структурной упорядоченностью эволюционного процесса, по сути выступающую фактором отбора для

выживаемости и приспособляемости действующих экономических агентов к условиям внешней социальной и экономической среды.

Идеи поведенческой экономики предполагают рассматривать все происходящие в хозяйствующей системе процессы с позиции их содержания, то есть со стороны неравновесия. В поведенческой теории содержание процесса принятия решения является сложным, в процессе присутствует не рациональное поведение, а подпадающее под некие правила – конвенциональное. В свою очередь становится понятным, что принцип максимизации полезности и прибыли в неоклассике, должен быть дополнен и заменен более реалистичными поведенческими допущениями. Например, процессом принятия решения, который характеризуется двумя составляющими – поиск и принятие удовлетворительного варианта.

Неоинституциональная экономическая теория является альтернативной равновесной концепции, позволяет по-иному посмотреть на содержание категории эффективности. Данная теория рассматривает экономические отношения внутри организаций и фирм без упрощенных моделей. Все элементы хозяйствующей системы анализируются с точки зрения риска, неопределенности, транзакционных издержек.

Разработанная Г. Саймоном<sup>7</sup> модель экономического поведения в процессе принятия решений, получившая название теория ограниченной рациональности, предполагает поиск хозяйствующим субъектом вариантов решения до первого удовлетворительного варианта, затем поиск прекращается. В этом случае, исключительно собственное представление субъекта о приемлемости (уровень притязания) того или иного решения помогает выбрать подходящий вариант. Важно отметить, качественный уровень притязаний постоянно изменяется, основываясь на ранее принятом решении. Например, в случае успешности предшествующего результата критерий приемлемости повышается, а если результат отрицательный - то понижается, ввиду того, что субъект критично относится к своим возможностям и способностям. Описанная выше модель принятия решений, предполагает в своей основе интуитивный подход субъекта и носит имитационный характер. Однако она в большей степени ближе к реальному процессу принятия решений, чем неоклассический подход. Теория ограниченной рациональности предполагает рассмотрение не упрощенной, а реальной модели поведения экономических субъектов. Уровень анализа экономических отношений отличный от традиционной теории, он более близкий к действительному, т.е. к неравновесному.

Анализ экономической эффективности показал, что современное понимание и изучение вопросов эффективности экономических систем, рассматривает синергетика или теория самоорганизации. Данная теория представляет собой новое синтетическое направление на стыке социальных и естественных наук (химии, социологии, физики, биологии и экономики, психологии и экологии), в основе которой лежат идеи нелинейной динамики. Синергетика, в отличие от других теорий, не предполагает формулирование

---

<sup>7</sup> Саймон Г. Рациональность как процесс и продукт мышления // THESIS Вып.3. 1993.

конкретных целей в явном виде. Эта теория основывается на том, что любая хозяйствующая система стремится к внутренней гармонии и самоорганизации. Состояние общего экономического равновесие такой системы рассматривается как один из возможных вариантов развития упорядоченности внутренней структуры. В таком случае эффективность целесообразно соотнести с конкретным характером упорядоченности<sup>8</sup>.

Анализ различных теоретических взглядов на категорию эффективности применительно к такой сложной динамической экономической системе как электроэнергетика дает основание заключить, что неравновесный подход формирует понимание экономической эффективности не просто как движение к точке равновесия, а как общий тренд индикативно регулируемой и отвечающей на внешние вызовы системы в достижении не только текущих максимально эффективных показателей, но и перспективных приемлемых результатов. Для достижения данных результатов в электроэнергетике нами предлагается использовать методологию управления эффективностью (Performance Management), позволяющий не только идентифицировать стратегические цели, но и определить в динамике степень их достижения и оказывать управляющее воздействие для достижения заявленных целей при оптимальном использовании ресурсов.

## **2. Определены основные факторы формирования нового стратегического направления развития энергосетей в мире.**

Исследование современных тенденций повышения эффективности предприятий энергетической отрасли показало, что текущее направление характеризуются созданием инновационного и эффективного энергетического сектора страны для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций. В настоящее время энергетические компании остро ставят вопрос влияния и регулирования изменений в энергетическом секторе. Согласно зарубежным исследованиям наиболее существенное влияние на развитие энергетики оказывают: дефицит первичных источников энергии, растущие требования к энергетической безопасности поставляемой электро-энергии, постоянный рост стоимости электроэнергии во всем мире, недостаток квалифицированных кадров в отрасли, рост требований заинтересованных сторон к результатам деятельности энергетических компаний, требования экологической и промышленной безопасности функционирования энергетических объектов, институциональные издержки<sup>9</sup>. Современное развитие энергетической отрасли происходит под влиянием следующих факторов:

- появление и развитие новых технологий, устройств и материалов (в том числе в других отраслях), применимых в сфере производства энергии;
- активный рост малой генерации (в т.ч. на основе ВИЭ);

<sup>8</sup> Гараедаги Джамшид. Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами. – Минск: Гревцов Букс, 2011. 480с.

<sup>9</sup> European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit European Communities: «European Technology Platform Smart Grids, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the future», European Communities, 2006.

- автоматизация и компьютеризация большинства процессов;
- повышение требований к качеству услуг;
- снижение стоимости ресурса;
- повышение прозрачности взаимодействия всех участников энергосистемы;
- растущий уровень износа оборудования;
- необходимость инвестиций в модернизацию инфраструктуры;
- высокая доля потерь энергии при передаче к конечному потребителю;
- экономическая нестабильность;
- качественное реформирование энергетической отрасли в большинстве стран;
- ужесточение экологической политики.

Данная совокупность факторов дает толчок к разнонаправленному динамическому развитию энергетической отрасли как системы, которое проявляется в изменении ее структуры и, в конечном счете, в повышении ее эффективности.

### **3. Конкретизирована трактовка понятия «умных» сетей (Smart Grid) и концепции интеллектуальных сетей, используемых в российской практике.**

Выявлено, что в рамках стратегии энергетического развития производственными и сетевыми компаниями разработана программа до 2030 года «Умная энергетика», которая предусматривает создание активно-адаптивной сети как основы для интеллектуальной электроэнергетической системы РФ. Данная программа нацелена на повышение эффективности использования энергетического потенциала страны, а также интеграции в мировой энергетический рынок. Инновационный сценарий представлен следующими ключевыми параметрами: качественная модернизация национальной энергетики, оптимизация инфраструктуры, диверсификация услуг и повышение качества, переход к интеллектуальной системе на основе активно-адаптивной среды. В качестве базисного решения этих проблем принят переход на путь инновационного развития электроэнергетики на базе концепции интеллектуальной энергетики (Smart Grid), заключающийся в радикальном изменении системы взглядов на ее роль и место в современном обществе и в обществе будущего.

С точки зрения функциональной и технической части, идея Smart Grid отражена в определении IEEE<sup>10</sup>: «Интеллектуальная энергосистема представляет собой концепцию полностью интегрированной, саморегулирующейся и самовосстанавливающейся электроэнергетической системы, имеющей сетевую топологию и включающей в себя все генерирующие источники, магистральные и распределительные сети и все виды потребителей электрической энергии, управляемые единой сетью информационно-управляющих устройств и систем в режиме реального

<sup>10</sup> IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, *англ.*) — Институт инженеров электротехники и электроники.

времени»<sup>11</sup>. Однако, развитие данной концепции в России предлагается рассматривать значительно шире — как целый комплекс взаимосвязанных задач: научно-технологических, бизнес-задач (определяющих стратегии развития компаний и регионов), экономических (обеспечивающих повышение экономической эффективности как энергетического комплекса, так и других отраслей), социальных (связанных с созданием новых рабочих мест) и др. В этом случае развитие концепции Smart Grid может, с одной стороны, выступить базой для организации эффективной системы взаимодействия науки и бизнеса в области электроэнергетики (и не только, учитывая ее потенциально межотраслевой характер) и развития соответствующей инновационной инфраструктуры. С другой стороны, она способна стать своего рода технологической платформой для обсуждения, разработки и решения основных концептуальных, научно-методологических и технологических вопросов развития отрасли.

Возможный подход к развитию концепции Smart Grid в России учитывает следующие положения.

1. К программе по развитию энергетической отрасли применяется комплексный подход, важным является развитие смежных отраслей. Решения по достижению поставленных целей должны приниматься с позиции национальной программы развития.

2. Одной из основополагающих стратегических целей развития электроэнергетики должна характеризоваться качественным развитием технологических базисов отечественной энергетики.

3. Технологические разработки интеллектуальных энергосетей должны формировать долгосрочную перспективу развития, связать научные разработки, социальные и коммерческие проекты.

4. Разработка и реализация проектов по интеллектуализации энергосетей должна характеризоваться преемственностью развития. Должна отвечать запросам современного общества.

На основе вышеизложенного можно охарактеризовать поэтапную реализацию проектов по интеллектуализации сети в России<sup>12</sup>.

1. Локальное внедрение концептуальных элементов Smart Grid: осуществление мониторинга различных аспектов реализации Smart Grid в России и за рубежом, и по результатам мониторинга реализация отработанных зарубежных решений и проектов (не исключая их отечественного развития) по схеме «следование за лидером».

2. Развитие отечественных конкурентных преимуществ на существующей технологической основе. Предполагает включение России в мировые процессы развития технологий в тех областях, где она может иметь потенциальные конкурентные преимущества, использование и развитие имеющегося

---

<sup>11</sup> Smart Power Grids — Talking about a Revolution. IEEE Emerging Technology Portal, 2009.

<sup>12</sup> Б.Б.Кобец., И.О. Волкова, Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid/. М. 2010. С.122.

потенциала в тех сферах, где ее компетенции пока остаются уникальными и не имеют аналогов.

3. Внедрение положений концепции Smart Grid в рамках национальной стратегической программы развития электроэнергетики.

Россия разрабатывает национальную концепцию Smart Grid, скоррелированную с приоритетами инновационного развития страны, ключевыми направлениями и критическими технологиями, а также с принятыми национальными программами и проектами.

#### **4. Выявлены существующие проблемы в российской электроэнергетике.**

В России развитие электроэнергетики происходит путем стимулирования инновационной активности, государством поддерживается разработка современных технологий, растет внимание к энергоэффективности, возобновляемым источникам энергии, а также к интеллектуальным энергосистемам. Современный вектор развития направлен на повышение энергетической и экологической эффективности предприятий энергетического комплекса, повышение эффективности распределения и потребления энергии. Развитие единой национальной энергетической системы России, взаимодействие с зарубежными странами и внедрение межгосударственных энергетических проектов неукоснительно требует применения современного инновационного оборудования. Выявлено, что процесс разработки и имплементации такого оборудования сталкивается с рядом проблем российской действительности:

1) высокий уровень износа систем транспортировки, передачи и распределения энергии. Согласно официальным данным, средний показатель по энергетической отрасли составляет 56%, а по оборудованию электрической и тепловой энергии до 80%.

2) низкая инновационная активность ввиду превалирования частных интересов над общественными.

3) снижение уровня технологического регламента на эксплуатацию и сервисное обслуживание оборудования, что влечет за собой снижение уровня безопасности и сроков службы существующих систем.

4) истощение генерирующей структуры мощностей. За последние четыре десятилетия не проводится ввод новых типов энергоблоков АЭС, на тепловых станциях не проводится ввод оборудования со сверхкритическими параметрами. Устаревшие структуры ТЭС не всегда соответствуют мировым стандартам энергетической и экологической эффективности.

5) дефицит инвестиционных ресурсов в отрасли. С одной стороны, ввиду политики сдерживания тарифов, с другой стороны нецелевым расходованием средств.

6) высокая зависимость ТЭК от оборудования и технологий иностранного производства.

7) снижение уровня профессиональной подготовки кадров, как следствие увеличен средний возраст технического персонала и нарушена передача знаний «от поколения к поколению».

8) невысокий уровень экономической и энергетической эффективности. Низкий КПД по оборудованию тепловых станций, высокие потери в сетях, неоптимальная нагрузка генерирующих мощностей, наличие изолированных мощностей.

9) технологическое отставание в создании современного оборудования для парогазовых, угольных и электросетевых технологий.

10) наличие децентрализованного энергоснабжения на большей части территории страны.

11) коммерциализация энергетической отрасли снизила уровень государственных механизмов регулирования и контроля за деятельностью электроэнергетических компаний и планированием инновационной активности.

Анализ существующих проблем и тенденций развития энергетической отрасли позволяет сделать вывод, что высокий уровень ее значимости определяется инфраструктурным характером и прямой зависимостью между экономическим ростом страны и энергоэффективными технологиями.

**5. Разработана эконометрическая модель потребления электроэнергии в России, выполнены модернизационный, адаптационный и инерционный прогнозные сценарии потребления электроэнергии в России до 2030 года.**

Для обоснования экономической эффективности внедрения интеллектуальной энергосистемы на базе активно-адаптивной сети автором разработана эконометрическая модель на основе статистических данных независимой информационно-консалтинговой компании Enerdata, специализирующейся на энергетике в мировом масштабе. На основе имеющихся статистических данных, автором составлена модель потребления электроэнергии, предпосылки которой следующие: потребление электроэнергии зависит от объемов производства из всех источников генерации и количества электроэнергии, потерянной при передаче конечному потребителю. Так как нас интересует вклад возобновляемых источников энергии в конечное потребление, то производство представлено двумя величинами: производство из традиционных источников генерации, и доли электроэнергии, вырабатываемой из ВИЭ (без гидрогенерации). Следовательно, потребление электроэнергии, как зависимую переменную, можно выразить в виде нелинейной функции вида:

$EL\_CONS = f(PROD\_UNRE, LOSSES, RE\_TOTAL)$ , где:

$EL\_CONS$  - объем потребления электроэнергии, ГВт\*ч;

$PROD\_UNRE$  - объем производства электроэнергии, ГВт\*ч;

$LOSSES$  - объем потерь электроэнергии, ГВт \*ч.

$RE\_TOTAL$  - доля производства электроэнергии из ВИЭ (без гидрогенерации), %.



С помощью программного обеспечения Eviews автором получена оценка нелинейной многофакторной эконометрической модели по МНК с корректировкой стандартных ошибок по методу Ньюи-Уэста (рис.1):

$$LN(EL\_CONS) = -1.35 + 1.2LN(PROD\_UNRE) - 0.14LN(LOSSES) + 0.14RE\_TOTAL$$

(0.22) (0.01) (0.01) (0.09)

при  $R^2 = 0,998$ ,  $n=25$ ,  $DW=1,71$ .

Выполненная оценка модели на основе сложившихся тенденций за двадцатипятилетний период позволяет сделать следующие выводы:

1) эластичность потребления электроэнергии по ее производству составляет 1,2, что означает, что при росте производства электроэнергии из традиционных источников на 1% ее потребление при неизменных двух других экзогенных переменных увеличится на 1,2%;

2) эластичность потребления электроэнергии по потерям электроэнергии отрицательная -0,14, т.е. при снижении потерь на 1 % и постоянном производстве электроэнергии потребление увеличится на 0,14%.

3) рост доли выработанной электроэнергии из ВИЭ на 0,1 процентный пункт при неизменном общем объеме производства электроэнергии приводит к росту потребления на 1,4% за счет качественных характеристик источников энергии (доступность, экологичность, гибкость, контроль генерации электроэнергии и др.). Данный показатель значим только на уровне 15 %, однако применим полученную оценку как приемлемую для составления прогноза.

Как видно из полученных результатов, уравнение статистически значимо ( $F$ -statistic=4924.195,  $p$ -значение = 0,00). Коэффициент детерминации  $R^2=0.9986$  показывает, что 99,86% общей вариации зависимой переменной (т.е. разброса ее значений вокруг среднего) воспроизводится вариациями независимых переменных.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PROD_UNRE)	1.200443	0.009097	131.9642	0.0000
LOG(LOSSES)	-0.141371	0.011624	-12.16226	0.0000
RE_TOTAL	0.136084	0.092073	1.478006	0.1542
C	-1.351476	0.221862	-6.091525	0.0000

R-squared	0.998580	Mean dependent var	13.55698
Adjusted R-squared	0.998378	S.D. dependent var	0.108468
S.E. of regression	0.004369	Akaike info criterion	-7.882971
Sum squared resid	0.000401	Schwarz criterion	-7.687950
Log likelihood	102.5371	Hannan-Quinn criter.	-7.828880
F-statistic	4924.195	Durbin-Watson stat	1.707961
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рис. 1. Результаты оценки модели в Eviews

Источник: Рассчитано автором по данным Enerdata - независимой информационно-консалтинговой компания, <http://services.enerdata.net>

Полученная эконометрическая модель использована для составления сценарных прогнозов производства и потребления электроэнергии.

1. *Сценарий модернизации (кривая S1 на рис.2.)* основывается на трендовом прогнозе выработки электроэнергии и доли электроэнергии из возобновляемых источников, но с допущением, что снижение потерь электроэнергии в сетях будет происходить с 2015 г. по 2030 г. со среднегодовым темпом 1,6 %. Данный сценарий характеризуется стремительным ростом производства и потребления электроэнергии.

2. Результаты *адаптационного сценария (кривая S2 на рис.2.)* получены с использованием метода адаптивного прогнозирования Хольта-Уинтерса. Выработка электроэнергии без учета объемов энергии из возобновляемых источников и потери в сети прогнозируются по методу Хольта-Уинтерса на основании 25 периодов с 1990 года. Производство электроэнергии из ВИЭ прогнозируется с учетом среднегодового темпа прироста (1,158 %) за период 1990-2014 г., а общий объем производства электроэнергии – по методу адаптивного прогнозирования. Данный сценарий характеризуется умеренным ростом производства и потребления электроэнергии.

3. Третий *инерционный сценарий (кривая S3 на рис.2.)* предполагает развитие энергетической отрасли без проведения активной модернизации. Прогнозный период производства и потерь электроэнергии рассчитывается на основании тенденции с 1990 г., рост доли энергии из ВИЭ рассчитывается на основании тенденции с 1999 г. Данный сценарий характеризуется низким ростом производства и потребления электроэнергии.

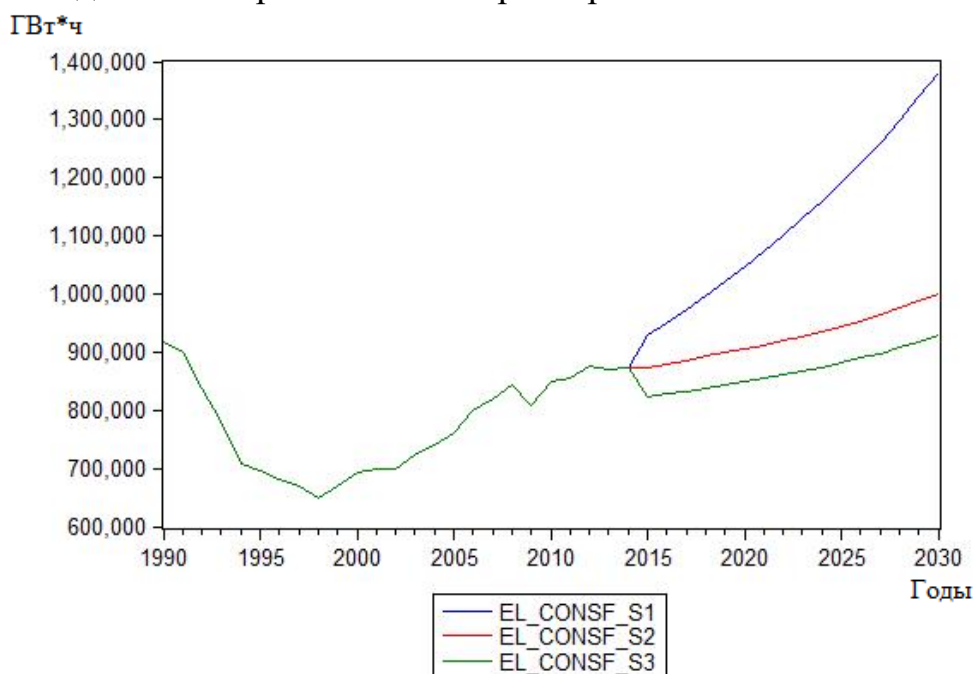


Рис. 2. Сценарные прогнозы объемов потребления электроэнергии в России  
 Источник: Рассчитано автором по данным *Enerdata* - независимой информационно-консалтинговой компания, <http://services.enerdata.net>

Выполненные на базе эконометрической модели расчеты показывают, что в трех сценариях отношения прогнозного потребления электроэнергии к ее

прогнозируемому производству составляет 0,9670, 0,8840 и 0,8320 соответственно, что выше фактического отношения производства и фактического потребления электроэнергии в 2014 году (0,8210). Результаты сценарных прогнозов с применением технологий Smart Grid свидетельствуют об эффективности курса на внедрение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети.

**6. Разработана карта сбалансированной системы показателей для предприятий, внедряющих умные сети. Выявлены общесистемные эффекты внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы, которые способны оказывать непосредственное влияние на повышение экономической эффективности единой энергетической системы России. Выполнена оценка экономической эффективности отечественных проектов по имплементации умных энергосетей на примере ОАО «Башкирская электросетевая компания» (ОАО «БЭСК») и ПАО «Московская объединенная электросетевая компания» (ПАО «МОЭСК»).**

Для преодоления разрыва между заявленными стратегическими целями и реальной ситуацией по внедрению интеллектуальных энергосистем на операционном уровне нами предлагается использовать методологию Performance Management и ее инструменты, в том числе сбалансированную систему показателей (ССП). Такой подход позволяет системно подойти к программе развития каждого предприятия отрасли, трансформировать организацию бизнес процессов под заявленные показатели эффективности, оперативно управлять развитием предприятия, а также согласовывать финансовые и нефинансовые параметры развития. Нами предлагается карта стратегических целей и индикаторов на базе СПП для предприятий, внедряющих интеллектуальные энергосистемы, на основе четырех перспектив: финансы, рынок/клиенты, внутренние процессы, сотрудники/инфраструктура (табл.1).

Создание интеллектуальной энергетической системы на базе активно-адаптивной сети будет сопровождаться рядом общесистемных эффектов, непосредственно влияющих на балансовую ситуацию в единой энергетической системе России. В основном это связано с качественными изменениями в управлении энергосистемой (табл.2).

Важно отметить, что совместное влияние технологических эффектов на балансовую структуру электроэнергетики приводит к синергии, т.е. взаимному положительному влиянию друг на друга. Нами актуализированы расчеты отдела развития и реформирования электроэнергетики ИНЭИ РАН, сделанные для базового варианта Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2030 г. Реализация основных мероприятий по созданию интеллектуальной энергетики с применением возобновляемых источников энергии (доля 4,5% к 2030 г.) в России позволит уменьшить объем установленной мощности более чем на 10% (на 34,1 ГВт). Важно, что относительный уровень потерь в сетях уменьшится с 30% до 8% в 2030 г. Экономическая эффективность развития Smart Grid: управления спросом на

ресурсы и потерями при передаче энергии, модернизацией крупной и распределенной генерацией, надежностью и качеством энергоснабжения, выражается в уменьшении:

Таблица 1.

**Карта стратегических целей и индикаторов на базе сбалансированной системы показателей для предприятий, реализующих внедрение умных энергосистем**

<b>ФИНАНСЫ</b>		
<b>ЦЕЛИ</b>		
Высокая экономическая эффективность инвестиций. Снижение затрат предприятия.		
<b>ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
Интегральные показатели эффективности проекта по внедрению интеллектуальных энергосетей. Цена, себестоимость, рентабельность.		
<b>Инициативы и ответственность для достижения целей</b>		
Разработка программ по сокращению затрат и управлению рисками.		
<b>РЫНОК / КЛИЕНТЫ</b>	<b>ВНУТРЕННИЕ ПРОЦЕССЫ</b>	<b>ИНФРАСТРУКТУРА / СОТРУДНИКИ</b>
<b>ЦЕЛИ</b>	<b>ЦЕЛИ</b>	<b>ЦЕЛИ</b>
Распространение интеллектуальных систем учета энергии. Повышение удовлетворенности клиента.	Модернизация оборудования и ЛЭП, внедрение кросс-функциональных систем управления на базе широкой информатизации. Реализация проектов на базе ВИЭ.	Высокая кадровая квалификация. Создание ИТ-инфраструктуры для обработки массивов данных. Развитие микросетей и повышение гибкости энергосистемы.
<b>ПОКАЗАТЕЛИ</b>	<b>ПОКАЗАТЕЛИ</b>	<b>ПОКАЗАТЕЛИ</b>
Количество установленных систем Smart Metering. Количество продуктов «зеленой» энергетики.	Доля модернизированных основных фондов. Показатели эффективности использования ресурсов. Уровень потерь в сетях. Доля ВИЭ. Надежность энергоснабжения (SAIFI). Уровень загрязнения.	Соответствие условий труда требованиям законодательства. Уровень квалификации специалистов. Уровень информатизации предприятия. Количество созданных микросетей с применением ВИЭ.
<b>Инициативы и ответственность для достижения целей</b>	<b>Инициативы и ответственность для достижения целей</b>	<b>Инициативы и ответственность для достижения целей</b>
Разработка программ по работе с клиентами (сервисное обслуживание, программы лояльности), комплексные решения для клиентов с внедрением ВИЭ.	Программы качественного контроля мощностей и оборудования. Повышение технических и ужесточение экологических нормативов.	Повышение степени мотивации персонала, анализ степени удовлетворенности персонала и вовлеченности в процесс реализации стратегии. Программы развития частных микросетей.

*Источник: составлено автором*

- 1) капитальных затрат на проектирование и внедрение новых мощностей в генерации, основываясь на динамике изменений в потребности ресурсов;
- 2) капитальных затрат на проектирование и запуск технологических элементов в электросетях, на базе изменяющейся мощности в пиковые нагрузки;
- 3) операционных издержек в генерации и ЛЭП, за счет снижения загрузки электростанций;

Таблица 2.

**Общесистемные эффекты внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы**

<b>Элемент интеллектуальной энергосистемы</b>	<b>Результат общесистемного эффекта</b>
управление спросом	позволяет изменять режим электропотребления, тем самым снижает пиковые нагрузки и уплотняет график энергопотребления
управление потерями энергии при транспортировке и распределении	сокращают нагрузочные потери за счет новых типов проводов и силового оборудования
управление пропускными способностями сетей	обеспечивают увеличение потоков мощности энергии за счет внедрения гибких передач и систем мониторинга качества
контроль генерации	позволяет добиваться эффективного совместного использования крупной и распределенной генерации; повышает управляемость потоками энергии за счет дополнительной выработки из ВИЭ
управление надежностью и качеством энергии	позволяют на высоком уровне поддерживать безопасность электросетевого комплекса, оперативно решать аварийные ситуации, повышать качество поставляемой энергии; помогают потребителям снижать экономические потери по причине упущенной выгоды, порчи ресурсов, оборудования и сопутствующих материалов

*Источник: Составлено автором.*

Постепенная модернизация электросетевой отрасли в рамках внедрения базисных элементов концепции Smart Grid позволит сократить потребность ввода новых электростанций, а также сопутствующих сетевых объектов по выдаче мощности, что приведет к уменьшению капитальных затрат к 2030 году. Еще одним значимым экономическим эффектом станет уменьшение топливных затрат при эксплуатации электростанций. Ввод инновационного оборудования

окажет положительный экологический эффект за счет снижения эмиссии парниковых газов.

ОАО «БЭСК» успешно реализует проект интеллектуализации энергосистемы в г.Уфа. В 2014 г. был введен в работу новый координационный центр управления сетями, который состоит из восьми диспетчерских пунктов и обладает двухуровневой системой управления. Используемое оборудование позволяет осуществлять полный мониторинг нагрузки, режимов работы и управление электросетевым оборудованием, и, соответственно, потоками электроэнергии. На сегодняшний день уровень потерь в электросетевой отрасли г.Уфа составляет 15,6%, внедрение элементом интеллектуального учета и ряда элементов Smart Metering позволило снизить потери до уровня 8,7% с потенциалом дальнейшего снижения данного показателя. За счет оптимизации энергосистемы увеличилась пропускную способность сетей и надежность электроснабжения. Дальнейшая реализация проекта позволит снизить затраты на ремонт и обслуживание реконструированного оборудования на 20%, за счет увеличения наблюдаемости сети - сократить время на поиск неисправностей на 70%, а также продлить срок службы существующего оборудования на 10%. Общий эффект от внедрения современных технологий в энергосистеме г.Уфа, по оценке ОАО «БЭСК» составит почти 500 млн.руб. в год<sup>13</sup>.

В рамках проекта повышения эффективности энергетической системы России, ПАО «МОЭСК» разрабатывает и внедряет технологии интеллектуальной энергетики в пилотных районах Можайской РЭС и Рузской РЭС. Данные районы насчитывают 563 обслуживаемых населенных пункта. Внедрение ряда элементов умных сетей позволило не только увеличить «гибкость» сети и сократить время на локализацию повреждений на 80%, но и обеспечить надежность связи между телемеханизируемыми объектами энергосети. Технические решения по регулированию напряжения позволили сократить потери в распределительных сетях на 5%. Алгоритмы оптимального расположения элементов системы Smart Grid позволили исследовать структурную надежность пилотных участков сети и рассчитать интегральный показатель надежности электроснабжения (SAIFI) для двух пилотных зон, значение которого было улучшено на 33%. Механизмы умных сетей дают возможность рассчитать снижение среднестатистического времени отключения потребителей, которое снижено на 21,2% для Рузской РЭС и на 56,52% для Можайской РЭС.

**В заключении** приведены основные выводы и обобщения по результатам исследования. Проведение организационно-экономических мероприятий по повышению уровня интеллектуализации энергосистемы позволит существенно повысить уровень экономической эффективности электросетевого комплекса энергетической отрасли России.

---

<sup>13</sup> Информационно-аналитический отдел Администрации Октябрьского района ГО г. Уфа РБ, 04.02.2016

### **III. ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ В ИЗДАНИЯХ, РЕКОМЕНДОВАННЫХ ВАК ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

1. Гомонов К.Г. Перспективы и экономическая эффективность внедрения интеллектуальных энергосетей в России и в мире. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика, 2015, № 2. С. 25-35. ISSN: 2408-8986. (0,7 п.л.).
2. Гомонов К.Г., Осокина К.А., Сорокин Л.В. Экономические последствия от изменения уровня мирового океана для прибрежной инфраструктуры // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика, 2015, № 3. С. 82-93. ISSN: 2408-8986. (0,8 п.л.).
3. Матюшок В.М., Балашова С.А., Гомонов К.Г. Экономическое обоснование создания интеллектуальных энергосетей в России // Экономика и предпринимательство, 2016, № 2 (ч.1). С.475-480. ISSN 1999-2300. (0,7 п.л.).
4. Гомонов К.Г. Интеллектуальные энергосистемы как перспективное развитие электроэнергетики // Экономика и предпринимательство, 2016, № 2 (ч.2). С.474-478. ISSN 1999-2300. (0,6 п.л.).

#### **Публикации в других изданиях**

5. Гомонов К.Г. Модернизация распределительных электросетей в России. Технология Smart Grid // Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики: материалы внутривузовской конференции молодых ученых. г. Москва, РУДН, 2012 г. С.42-51. ISBN 978-5-209-04473-4. (0,6 п.л.).
6. Гомонов К.Г. Энергоэффективные электросети. Энергомост «Сибирь-Урал-Центр» // Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики: материалы II научно-практической межвузовской конференции молодых ученых. г. Москва, РУДН, 2013 г. С.38-41. ISBN 978-5-209-04969-2. (0,3 п.л.).
7. Гомонов К.Г. Перспективы развития энергетической независимости республики Крым // Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики: материалы III научно-практической межвузовской конференции молодых ученых. г. Москва, РУДН, 2014 г. С.24-30. ISBN 978-5-209-05825-0. (0,4 п.л.).
8. Гомонов К.Г. Сотрудничество России и балканских стран в энергетической сфере // Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики: материалы IV научно-практической межвузовской конференции молодых ученых. г. Москва, РУДН, 2015 г. С.66-75. ISBN 978-5-209-06522-7. (0,6 п.л.).
9. Konstantin G. Gomonov, Nina M. Baranova, Leonid V. Sorokin. Innovative science and human capital as an opportunity to overcome the global economic crisis // Managing structural changes. Trends and requirements. ISBN 978-972-9344-06-0. Coimbra, Portugal, 2012. (1 п.л.).

***Гомонов Константин Геннадьевич (Россия)***  
***Экономическая эффективность развития интеллектуальных  
энергосетей в России***

В диссертации рассмотрены современные методы повышения эффективности электросетевого хозяйства энергетической отрасли, основное внимание уделяется интеллектуальным энергосетям как стратегическому направлению повышения экономической эффективности электросетевого сегмента российского энергетического комплекса. Автором проведен анализ теоретических основ экономической эффективности, предложено понятие сложной динамической экономической системы – электроэнергетики. Определены основные факторы формирования нового стратегического направления развития энергосетей в мире, выявлены существующие проблемы в отечественной электроэнергетике, разработана эконометрической модель для расчета прогнозных сценариев развития электроэнергетики России и обосновании экономической эффективности курса на внедрение интеллектуальной энергетической системы на основе активно-адаптивной сети. Разработана карта сбалансированной системы показателей для предприятий, внедряющих умные сети. Выявлены общесистемные эффекты внедрения элементов интеллектуальной энергосистемы для повышения экономической эффективности единой энергетической системе России. Проанализирована отечественная практика внедрения интеллектуальных энергосетей, дана оценка их экономической эффективности.

***Gomonov Konstantin G. (Russia)***  
***Economic efficiency of Smart Grid in Russia***

The thesis deals with modern methods of increasing the efficiency of the electric grid energy industry, focusing on smart grid as the strategic direction of increasing the economic efficiency of the electric segment of the Russian energy sector. The author conducted the analysis of the theoretical foundations of economic efficiency; it proposed the concept of a sophisticated dynamic economic system - electricity. The main factors of the new strategic direction of development of energy networks in the world, revealed the existing problems in the domestic power industry, offered an econometric model to calculate the forecast scenarios of development of Russian electricity sector, the model confirms economic effectiveness of the way of implementation of smart energy system is an active-adaptive network. Designed the balanced scorecard for companies implementing smart grids. Also are identified system-wide effects of applying of smart grid elements in case to increase economic efficiency of the unified energy system of Russia. Analyzed national implementation practice of Smart Grid, analyzed its economic efficiency.