
ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСЕТЕЙ В РОССИИ И В МИРЕ

К.Г. Гомонов

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

В статье рассматриваются тенденции развития энергетического комплекса России и возможность получения экономической эффективности за счет использования современной технической базы управления энергией, описаны сценарии модернизации электроэнергетического комплекса России, указаны проблемы децентрализации генерирующих мощностей. На основании зарубежного опыта приведены потенциальные экономические эффекты. Описаны различные сценарии внедрения интеллектуальной энергетики. На основе исследований ИНЭИ РАН в статье представлена прогнозная экономическая эффективность за счет модернизации и внедрения интеллектуальных энергосетей на территории России.

Ключевые слова: энергетический комплекс России, интеллектуальные сети, распределительная генерация, экономическая эффективность.

Состояние электроэнергетики России. В России в последнее время наблюдается политическая стимуляция инновационной активности, в том числе в электроэнергетике. Государство поддерживает внедрение новейших технологий, растет внимание к энергоэффективности, возобновляемым источникам энергии, а также к интеллектуальной энергосистеме.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. рассматривает в качестве долгосрочных стратегических целей государственной энергетической политики следующие: энергетическая безопасность, энергетическая эффективность экономики, экономическая эффективность электроэнергетики, экологическая безопасность [1].

В рамках стратегии энергетического развития производственными и сетевыми компаниями разработана программа до 2030 г. «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.

Интеграция. Модернизация сетевого механизма представляет собой многофакторный процесс, центральное место в котором занимают три ключевых блока:

— формирование производственной базы для модернизации и повышение эффективности сетевого механизма;

- коммерциализация новых технологий, совершенствование бизнес-процессов и внедрение новых методов управления;
- разработка новых услуг на энергетическом рынке и внедрение пилотных проектов.

Основу для этих процессов составляют инновационные технологии (качественно новые) прорывного и улучшающего характера [2]. Согласованное применение технологий, в свою очередь, позволит достичь поставленных задач, минимизировать потери и получить максимальную выгоду при передаче энергии.

Реформа электроэнергетики предполагала децентрализацию генерации. Распределенная генерация имеет преимущество в технологической гибкости, которая позволяет решать проблемы дефицита электроэнергии в масштабах регионов.

«Аксиомой является то, что энергосистема, располагающая достаточным количеством малых генераторов, способна функционировать с такой же степенью надежности, но с меньшей суммарной мощностью, чем энергосистема, основанная исключительно на генераторах большой мощности. При этом высокая степень автоматизации и простота в обслуживании делают эти установки более свободными от “человеческого фактора” в эксплуатации» [3].

Ограниченность распределительных сетей тормозит развитие малой генерации. В существующей энергосистеме России электроэнергия передается по сетям от крупных генерирующих установок к потребителям. Существование распределенной генерации предполагает установку небольших генераторов в непосредственной близости к потребителям, что позволяет продавать электроэнергию в систему аналогично крупным энергокомпаниям. Поэтому внедрение распределенной генерации предполагает техническое переоснащение распределительного сетевого комплекса.

Можно выделить основные причины, замедляющие развитие интеллектуальной энергосистемы в России и представляющие собой высокую степень риска:

- высокий износ энергетического оборудования электростанций всех типов и систем транспорта, передачи и распределения электрической и тепловой энергии, составляющий, по официальным данным, 56%, а по оборудованию электрических и тепловых сетей — до 80%;

- низкая инновационно-инвестиционная активность акционированных и приватизированных энергетических предприятий вследствие превалирования частных интересов над интересами корпоративными и общественными, ориентация в первую очередь на оперативные и тактические задачи;

- ослабление технологической дисциплины и порядка соблюдения регламентов, правил эксплуатации и сервисного обслуживания энергетического оборудования, приводящее к снижению его надежности и безопасности в эксплуатации;

- снижение уровня профессиональных компетенций технического персонала энергетических компаний в силу неэффективной кадровой политики в 1990-е гг. — в результате в настоящее время резко увеличен средний возраст технического персонала и нарушена преемственность поколений в передаче знаний и профессиональных компетенций;

- высокая зависимость предприятий топливно-энергетического комплекса от импортных энергетических технологий и оборудования;

— низкая энергетическая и экономическая эффективность отрасли (низкий коэффициент полезного действия большинства тепловых электростанций, высокие потери в электрических сетях, неоптимальная загрузка генерирующих мощностей в ЕЭС России, в том числе наличие «запертых» мощностей);

— нахождение вне зоны централизованного электроснабжения примерно двух третей территории России [4];

— нарастающее технологическое отставание в создании и освоении современных технологического базиса интеллектуальной энергосистемы по геополитическим причинам;

В качестве базисного решения этих проблем принят переход на путь инновационного развития электроэнергетики, заключающийся в радикальном изменении системы взглядов на ее роль и место в современном обществе и в обществе будущего на базе концепции Smart Grid.

Концепция интеллектуальной энергетики. Наиболее полно с точки зрения функциональной и технической части идея Smart Grid отражена в определении IEEE (1): «Интеллектуальная энергосистема представляет собой концепцию полностью интегрированной, саморегулирующейся и самовосстанавливающейся электроэнергетической системы, имеющей сетевую топологию и включающей в себя все генерирующие источники (включая альтернативные), магистральные и распределительные сети и все виды потребителей электрической энергии, управляемые единой сетью информационно-управляющих устройств и систем в режиме реального времени» (2).

Развитие данной концепции в России может рассматриваться 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 должен учитывать следующие положения:

— проблема развития отечественной электроэнергетики выходит за рамки отраслевой программы и рассматривается как национальная инновационная программа и во взаимодействии с другими национальными проектами и программами;

— основная стратегическая цель развития отрасли — принципиальное, качественное изменение и развитие интеллектуально-технологического потенциала отечественной электроэнергетики, отвечающего мировым тенденциям социального и технологического развития;

— технологическая платформа на базе концепции Smart Grid как элемент инновационной инфраструктуры должна обеспечить формирование долгосрочного вектора развития, связать научные исследования и разработки, бизнес-проекты, общественные и государственные интересы;

— идеология и концептуальная основа Smart Grid должны обеспечить преемственность развития электроэнергетики и определяться уровнем имеющегося организационно-экономического, технологического и ресурсного (в широком смысле) потенциала и достижимостью.

Могут быть предложены следующие возможные подходы к выбору последовательно дополняющихся сценариев развития концепции Smart Grid в России [5].

1. Сценарий мониторинга и точечного внедрения отдельных технологий 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».

К преимуществам данного сценария можно отнести следующие: анализ развития Smart Grid за рубежом и возможностей применения отдельных результатов в отечественной практике; сокращение расходов на финансирование разработки инновационных и прорывных технологий.

К недостаткам данного сценария можно отнести следующие: утрата ключевых позиций в области инновационного развития электроэнергетики; закрепление технологического разрыва и импортозависимости.

Необходимыми условиями для осуществления данного сценария являются создание системы технологического мониторинга и формирование соответствующей информационно-аналитической базы. Необходимость и значимость этого элемента обусловлены также тем, что, как показали результаты проведенного исследования, на сегодняшний день за рубежом выделено и развивается более 200 технологий, перспективных для применения в рамках концепции Smart Grid.

В настоящее время в России сделаны первые шаги к реализации данного сценария можно констатировать запуск процесса мониторинга. Однако проводимый в настоящее время мониторинг реализации концепции за рубежом осуществляется отдельными компаниями и научно-исследовательскими организациями и не носит системного характера. Отсутствует центр отраслевого уровня, который бы анализировал результаты мониторинга и определял его основные цели и задачи.

2. Сценарий развития существующих и создания новых компетенций в сфере Smart Grid. Предполагает включение России в мировые процессы развития технологий в тех областях, где она может иметь потенциальные конкурентные преимущества, использование и развитие имеющегося потенциала в тех сферах, где ее компетенции пока остаются уникальными и не имеют аналогов.

Преимущества: национальная и энергетическая безопасность, вывод собственных разработок и технологий на мировой уровень, рост импортозамещения в отрасли, развитие отечественного научно-технического и инновационного потенциала.

Недостатки: Россия остается технологически зависимой от развития за рубежом сфер, находящихся вне сферы наших ключевых компетенций.

3. Сценарий разработки и реализации комплексной национальной программы инновационного развития электроэнергетики на базе концепции Smart Grid — 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.

Основными движущими силами реализации этой стратегии могут выступать: энергоэффективность, надежность и безопасность; развитие технологий — FACTS, сверхпроводимость, накопители, наноматериалы и т. п., теория и методы управления большими энергетическими системами, информационные системы и технологии, системы и алгоритмы.

Преимущества данного сценария:

— технологические: Россия развивает компетенции в науке и технике в рамках концепции Smart Grid; обеспечивается единство стандартов и совместимости (взаимозаменяемости) технологий; реализуется сбалансированный подход к развитию электросетевого комплекса — и интенсивно, за счет внедрения новых технологий управления, и экстенсивно, за счет строительства новых мощностей там, где это целесообразно и эффективно; строительство новых сетей ведется с учетом современных стандартов и требований Smart Grid и опыта внедрения отечественных и зарубежных пилотных проектов;

— политические: Россия — один из лидеров в обеспечении энергетической безопасности; повышается престиж России как одного из лидеров научно-технического прогресса; обеспечивается инновационность развития энергетического хозяйства страны;

— социальные: инвестиции направляются в развитие отечественной промышленности и науки; создание новых рабочих мест; формируются новые рынки сбыта и экспорта технологий и товаров.

Методология разработки национальной инновационной программы развития электроэнергетики на базе концепции Smart Grid, применяемая за рубежом и основанная на базовых положениях стратегического менеджмента (начиная от формирования стратегического видения, стратегии развития, определения функциональных свойств новой сети и требований к технологическому базису на их основе и т.п.), является наиболее эффективным способом для разработки и реализации таких программ, и ее целесообразно использовать для решения задачи повышения экономической эффективности энергетического сектора России [6; 7].

С технической стороны при внедрении Smart Grid происходит объединение сетей, потребителей и производителей электроэнергии в единую структуру, которая в режиме онлайн позволяет контролировать все рабочие процессы [9]. «Интеллектуальная сеть» позволит регулировать мощность подачи тока, учитывая количество и объемы потребляемой энергии. При этом обязательным условием работы системы является двусторонняя связь с потребителем (использование интеллектуальных счетчиков).

Основным препятствием для широкого развития интеллектуальной сетевой генерации с применением альтернативных источников энергии служит их более низкая экономическая эффективность по сравнению с традиционными источниками, а также нередко — невозможность их использования без комбинации с традиционными источниками для обеспечения устойчивого энергоснабжения, независимо от природных процессов.

Интеллектуальная энергетика за рубежом. В то время как энергокомпании стран ЕС уже около семи лет экспериментируют с «умными сетями» [10], в России элементы системы Smart Grid только начинают внедряться. Федеральная сетевая компания успешно реализовала программу развития энергосистемы с «интеллектуальной» сетью на период с 2010 по 2012 г. с общим объемом инвестиций 519 млрд руб. По данным ФСК, введение в России «умных сетей» позволило не только уменьшить потери электроэнергии на 25%, но и сэкономить 34 млрд кВт в год.

Интеллектуальные энергосистемы в России развертываются пока в виде пилотных проектов, и для дальнейшего их развития компаниям необходимо изучать и внедрять опыт других международных экономик, занимающихся подобными разработками вносительных сроков. Эксперты компании Zpryme Research & Consulting утверждают, что в некоторых штатах США благодаря внедрению Smart Grid снизились пиковые нагрузки на электросеть, в среднем на 10% уменьшились счета за электричество, при этом стоимость увеличилась на 15%, а использование технологий Smart Grid к 2020 г. позволит сэкономить около 1,8 трлн долл. за счет снижения потребления энергии и повышения надежности энергоснабжения. Согласно анализу ситуации агентством Cleandex, в Европе на ближайшие 30 лет предусмотрено финансирование программ по интеллектуальным сетям в размере 750 млрд долл. В Германии Smart Grid внедрились в системы электрических счетчиков, которые консолидируют информацию о расходе энергии и использовании коммунальными услугами в отдельных домовых хозяйствах с последующей передачей ее коммунальным компаниям. Теперь благодаря этому муниципалитеты более эффективно потребляют энергию, а также снижают негативное воздействие на окружающую среду. Также в 2010 г. компания GE Energy запустила современный центр для демонстрации возможностей интеллектуальных сетей в Китае, продемонстрировав оборудование, которое позволяет повысить энергетическую эффективность в условиях развивающейся экономики и снизить негативный эффект от выброса углекислых газов. Согласно исследованию экологов, использование интеллектуальных сетей позволит предотвратить выбросы более 1 млрд т углекислого газа в атмосферу к 2020 г.

Для понимания социально-экономического эффекта в результате внедрения интеллектуальной сети приведем некоторые цифры. В США, к примеру, создано 280 000 новых рабочих мест непосредственно связанной с этой технологией (в 2009—2012 гг.), и более 140 000 новых рабочих мест — в смежных областях. Соответственно, экономический эффект от создания рабочих мест оценивается приблизительно в 215 млн долл. совокупных дополнительных поступлений в бюджеты разных уровней. В США энергетические компании являются важнейшими работодателями для молодых инженеров: к 2030 г. энергетическому сектору по-

требуются тысячи новых инженеров. В то же самое время в странах—членах Евросоюза с 1995 г. энергетический сектор потерял почти 250 000 рабочих мест [7].

По экспертной оценке, в настоящее время усредненная цена нефти, при которой может стать рентабельным коммерческое освоение отдельных альтернативных источников энергии (ветер, биотопливо, мини-ГЭС), колеблется в диапазоне 80—100 долл. за баррель, производство моторного топлива из биомассы (кукуруза, рапс, сахарный тростник) может быть рентабельным при цене нефти 50—70 долл. за баррель. В действующих условиях себестоимость электроэнергии на базе водных (крупные ГЭС) составляет 3—4 цента за кВт ч, ресурсов угля и газа составляет по разным оценкам от 4 до 7 центов за кВт ч. Самые дешевые из альтернативных источников малые ГЭС и геотермальная энергия приближаются к этим показателям 4—7 центов, ветроэнергетические установки наземного базирования — 5—8 центов, морского базирования — 9—12 центов. При этом себестоимость энергии из биомассы составляет 5—12 центов, солнечной световой энергии — 20—80 центов, солнечной тепловой энергии — 12—18 центов. Другими словами, солнечная электроэнергия обходится в 5—20 раз дороже традиционных вариантов на углеводородном сырье, а солнечная тепловая энергия — в 3—4 раза дороже. Прямая экономическая эффективность использования биотоплива (этанол и биодизель) связана с условиями производства сельскохозяйственной продукции: в странах с благоприятными климатическими условиями для выращивания соответствующих ресурсов и относительно дешевой рабочей силой (например, Латинская Америка) конкурентный продукт можно производить при эквиваленте в 40 долл. за баррель нефти [8].

Эксперты указывают на тенденцию быстрого снижения разрыва в себестоимости традиционных и нетрадиционных источников энергии. Стимулирующую роль для использования альтернативных источников энергии, по всей вероятности, будет оказывать фактор роста цен на нефть и газ, а также усиление экологических требований к строительству традиционных генерирующих мощностей. К примеру, если в 2005 г. для создания 1 кВт традиционных мощностей требовалось 1000—1200 долл. США, то в настоящее время эти расходы возросли до 2800—3000 долл. США и продолжают расти. Таким образом, коммерческая привлекательность использования альтернативных источников энергии будет складываться под влиянием двух разнонаправленных факторов: повышения цен на традиционные углеводородные источники и снижения цен на альтернативные источники. Одновременно с этим следует учесть, что существующая себестоимость производства энергии из традиционных видов сырья является некорректной базой для сравнения из-за того, что в различных странах существуют различные способы субсидирования. При этом не учтен экологический аспект. При повышении экологических требований к использованию традиционных источников энергии затраты на производство энергии заметно возрастут. Дефицит электроэнергии в условиях более осторожного подхода к атомной энергетике и естественного ограничения углеводородных видов ресурсов будет значимым фактором в развитии альтернативных видов энергии, в первую очередь таких безопасных, как ветровая и солнечная.

Эффективность внедрения интеллектуальной энергетики в России. Согласно исследованиям отдела развития и реформирования электроэнергетики ИНЭИ РАН до 2030 г., создание интеллектуальной энергетики с применением возобновляемых источников энергии (доля 4,5% к 2030 г.) в России позволит снизить потребность в установленной мощности более чем на 10% (на 34 ГВт) и электропотребление почти на 9% (140 млрд кВт·ч). Важно также, что относительный уровень потерь в сетях уменьшится с 30 до 8% в 2030 г. Экономическая эффективность от развития Smart Grid в России в области управления спросом, потерями электроэнергии, крупной и распределенной генерацией, надежностью и качеством энергоснабжения выражаются в снижении капитальных затрат на строительство новых генерирующих мощностей, исходя из сниженной потребности в мощности; капитальных затрат на строительство электросетевых объектов, исходя из увеличения пропускной способности сети и сниженной пиковой мощности; эксплуатационных затрат в генерации и сетях, прежде всего топливных затрат, за счет изменения объемов ввода и режимов загрузки ТЭС.

ИНЭИ РАН была дана количественная оценка изменений параметров развития ЕЭС России на период до 2030 г. с использованием разработанной динамической оптимизационной модели развития электроэнергетики в рамках ТЭК страны в ценах 2010 года (табл. 1).

Таблица 1

Итоговые экономические эффекты при развитии Smart Grid в России в ценах 2010 г.

Эффект	до 2020 г.	2021—2025 гг.	2026—2030 гг.	Всего 2015—2030 гг.
Снижение ввода мощности электростанций, ГВт	7,8	15,3	11	34,1
Снижение расхода топлива на ТЭС, млн т.у.т.	4,7	44,1	124,8	173,6
Снижение эмиссии парниковых газов, млн т CO ₂	8,4	75,6	213,6	297,6
Экономические эффекты — всего, млрд руб.	716	1172	1560	3448
В том числе снижение капиталовложений	682	744	527	1953
электростанции	612	671	451	1734
сетевая инфраструктура	70	73	76	219
Снижение условно постоянных затрат	17	19	353	389
Снижение топливных затрат	12	192	552	756
Снижение платы за эмиссию парниковых газов	5	46	128	179

Источник: Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России». — М.: РЭА, 2012. — 53 с. www.smartgrid.ru [11].

Исходя из представленных данных, можно предположить, что переход к инновационному варианту развития электроэнергетики на базе внедрения технологий Smart Grid будет сопровождаться существенным снижением вводов новых электростанций и связанных с ним сетевых объектов для выдачи мощности. При

этом наиболее значимым системным экономическим эффектом будет снижение капиталовложений с суммарным эффектом к 2030 г. в 2 трлн руб.

Вторым наиболее крупным эффектом является снижение топливных затрат электростанций на 750 млрд руб. Снижение условно-постоянных затрат в электроэнергетике при меньших объемах вводов оценивается в период до 2030 г. на уровне 560 млрд руб. Дополнительный эффект может быть достигнут с учетом экономической стоимости выбросов парниковых газов: при сравнительно невысокой цене 600 руб/т CO₂ экономия за счет снижения платы за эмиссию составит 180 млрд руб. Таким образом, суммарный экономический эффект при развитии интеллектуальной энергетики в ЕЭС России до 2030 г. может составить около 3,5 трлн руб. Однако его величина должна быть сопоставлена с инвестициями, которые необходимо затратить на массовое внедрение новых технологических средств и систем управления у потребителей, в распределительном комплексе, единой национальной электрической сети, генерации, в контурах технологической и коммерческой диспетчеризации. Дополнительную экономическую эффективность возможно получить от ВИЭ, инвестиции в которые согласно Энергетической стратегии России до 2020 г. составят 586 млрд руб.

Текущие перспективы. На примере внедрения интеллектуальной компоненты в энергетический сектор в западных странах ИНЭИ РАН была дана прогнозная оценка инвестиций на развитие интеллектуальной энергетики основанной на модернизации инфраструктуры единой электрической и распределительной сети, энергетического хозяйства потребителей электроэнергии, а также систем диспетчерского управления — она может составить в период до 2030 г. 2,4—3,2 трлн руб. Таким образом, уже к 2030 г. экономические выгоды от реализации проекта интеллектуальной энергетики в масштабе единой национальной электрической сети окажутся сопоставимыми с необходимыми капиталовложениями. Даже при пессимистической оценке капиталовложения на интеллектуализацию электроэнергетики России будут полностью компенсированы полученными эффектами, а при более низкой оценке стоимости реализации программы эффекты превысят капитальные затраты почти на 1 трлн руб. При этом значение чистого эффекта после 2030 г. будет дополнительно прирастать примерно на 1 трлн руб. за пятилетие в период последствия принятых ранее инвестиционных решений [11].

Формирование стратегического видения интеллектуальной энергетики, разработка и внедрение конкретных технологий и реализация пилотных проектов Smart Grid обусловлены серьезными системными вызовами, которые осознаются как реальные препятствия на пути дальнейшего развития и повышения эффективности электроэнергетики. Smart Grid как технология не может быть универсальным орудием борьбы с недостатками масштабной отрасли, однако именно эти технологии способны на сегодняшний день являются оптимальными в организации экономически эффективной распределительной генерации.

На сегодняшний день в России отсутствует база для практического развития внедрения интеллектуальных сетей на всех или на отдельных этапах от передачи до конечного потребителя, концентрирует в себе огромный инновационный потенциал. Нельзя не отметить, что за счет запуска более эффективной генерации и сетей распределения электроэнергии, «умные электросети» обеспечивает полу-

чение серьезных положительных эффектов для энергоснабжения экономики страны. Исследования ИНЭИ РАН в этой области показывают потенциальную привлекательность и эффективность вложений, необходимость перехода от стадии поисковых исследований к интенсивной проработке и практическому проектированию новой электроэнергетики России, выбору рациональных технических решений, обоснованию оптимальных подходов к системе интеллектуального управления энергосистемой. При этом принципиально важно не допустить, чтобы задача создания интеллектуальной электроэнергетики ставилась и решалась исключительно как совокупность несоординированных по срокам и техническим решениям инновационных программ отдельных энергокомпаний и потребителей, ориентированных на достижение частных корпоративных эффектов от внедрения отдельных элементов новой энергетики. Только в случае действительно системного подхода к проектированию и созданию национальной интеллектуальной энергосистемы у России появится шанс на подлинно инновационное, а не догоняющее развитие электроэнергетики.

ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, англ.) — Институт инженеров электротехники и электроники.
- (2) Smart Power Grids — Talking about a Revolution. IEEE Emerging Technology Portal, 2009.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Electric Power Research Institute, Electricity Sector Framework for the Future Volume I: Achieving the 21st Century Transformation/Washington, DC: Electric Power Research Institute, 2003
- [2] Кристенсен К.М. Диллема инноватора. Как из-за новых технологий погибают сильные компании / Пер. с англ. — М.: Альпина бизнес букс, 2014. — 237 с.
- [3] Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Энергетический бизнес. — М.: Дело, 2008. — 600 с.
- [4] ОАО «Федеральная сетевая компания». Электронный ресурс. — URL: <http://www.fsk-ees.ru>
- [5] Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid/. — М., 2010.
- [6] The global energy [r]evolution 2010. Greenpeace, 2010.
- [7] Smart Grid System Report. U.S. Department of Energy. July 2009.
- [8] International Energy Outlook 2009. Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy. Washington, DC, 2009.
- [9] Важный инструмент SMART GRID. Интеллектуальное распределение электроэнергии // ЭНЕРГОПОЛИС. Апрель 2011. — С. 64—67.
- [10] Глобальные проекты Smart Grid, Доклад Европейской комиссии // ЭНЕРГОЭКСПЕРТ. — 2011. — № 5. — С. 104—109.
- [11] Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России». — М.: РЭА, 2012. — 53 с. www.smartgrid.ru
- [12] Матюшок В.М. Приоритетные направления развития экономики России: формирование и оценка инновационного потенциала // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. Финансы и кредит. — 2013. — № 7 (196). — С. 2—11.

LITERATURA

- [1] Electric Power Research Institute, Electricity Sector Framework for the Future Volume I: Achieving the 21st Century Transformation / Washington, DC: Electric Power Research Institute, 2003
- [2] *Christensen K.M.* Innovator dilemma. Because of the new technology are killed strong companies / Пер. с англ. — М.: Alpina Business Books, 2014. — 237 с.
- [3] *Gitelman L.D., Ratnikov B.E.* Energy business. — М.: Delo, 2008. — 600 с.
- [4] JSC «Federal Grid Company». Electronic resource. — URL: <http://www.fsk-ees.ru>
- [5] *Kobets B.B., Volkov I.O.* Innovative development of power based on the concept of Smart Grid/. — М., 2010.
- [6] The global energy [r] evolution 2010. Greenpeace, 2010.
- [7] Smart Grid System Report. U.S. Department of Energy. July 2009.
- [8] International Energy Outlook 2009. Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy. Washington, DC, 2009.
- [9] An important tool SMART GRID. Intelligent power distribution // ENERGOPOLIS. April 2011. — S. 64—67.
- [10] Global Projects Smart Grid, report of the European Commission // Energoekspert. — 2011. — № 5. — S. 104—109.
- [11] Report on the development of a strategic research program technology platform «Smart Energy System of Russia». — М.: CEA, 2012. — 53 с. www.smartgrid.ru
- [12] *Matyushok V.M.* Priority directions of development of the Russian economy: the formation and evaluation of innovative potential. // National interests priorities and safety. Finance and Credit. — 2013. — № 7 (196). — S. 2—11.

PERSPECTIVES AND ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF SMART GRID SYSTEMS IN RUSSIA AND THE WORLD

K.G. Gomonov

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya st. 6, Moscow, Russia, 117198

The article examines trends in the development of the energy sector of Russia and obtaining economic efficiency through the use of modern technical base energy management scenarios which are described the modernization of the electricity sector of Russia, stated the problem of decentralization of generating capacity. The basis of foreign experience shows the potential economic effects. In the article are shown various scenarios of implementation of intellectual energy system. On the basis of studies of Russian Science Academy article presents forecast economic efficiency through modernization and the introduction of smart grids in Russia.

Key words: Russian energy complex, smart grid system, distributive generation, economic efficiency.