

## ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РОССИИ

Татьяна Сергеевна РЕМИЗОВА <sup>a</sup>, Дмитрий Борисович КОШЕЛЕВ <sup>b</sup>

<sup>a</sup> кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Центра отраслевой экономики Научно-исследовательского финансового института, Москва, Российская Федерация  
tttata@yandex.ru  
orcid.org/отсутствует  
SPIN-код: 9117-4514

<sup>b</sup> начальник департамента коммерческого учета, АО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии», Москва, Российская Федерация  
dmk79@list.ru  
orcid.org/отсутствует  
SPIN-код: отсутствует

• Ответственный автор

### История статьи:

Получена 05.12.2017  
Получена в доработанном виде 16.12.2017  
Одобрена 28.12.2017  
Доступна онлайн 15.02.2018

УДК 338.4

JEL: H54, L86, L94

### Аннотация

**Предмет.** Создание интеллектуальной системы учета электроэнергии в России является перспективной и важной задачей развития и совершенствования энергосистемы, способствующей повышению прозрачности учета электрической энергии, надежности энергоснабжения и обеспечению энергетической безопасности страны. Для реализации поставленной задачи необходим подробный анализ возможностей создания системы и определение действий, необходимых для ее повсеместного внедрения в нашей стране, что является предметом исследования.

**Цели.** Исследование мирового опыта создания систем интеллектуального учета, определение текущей ситуации в создании подобной системы в России и перспектив ее развития.

**Методология.** В исследовании использовались методы логического и статистического анализа.

**Результаты.** Проанализирован опыт создания интеллектуальных систем в Европе и США, выделены особенности нормативно-правового регулирования создания подобных систем в рассматриваемых странах. Определена необходимость доработки законодательной базы в нашей стране, а также важность проведения оценки экономической целесообразности создания всех составляющих системы, определения единой концепции и технических требований, привлечения к созданию системы всех заинтересованных сторон и поддержки ее со стороны государства – как законодательной, так и финансовой.

**Выводы.** Создание и повсеместное внедрение интеллектуальной системы учета позволит масштабировать систему не только на рынок электрической энергии и мощности, но и на услуги по сбору всех ресурсов, таких как тепло и вода. Кроме того, это позволит решить основные задачи, стоящие перед интеллектуальной системой учета, такие как прозрачность учета электрической энергии, надежность энергоснабжения, оперативный доступ к информации с приборов учета, управляемость процессов энергоснабжения, обеспечение безопасности энергосистемы.

### Ключевые слова:

интеллектуальная система учета, прибор учета, электроэнергия

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

**Для цитирования:** Ремизова Т.С., Кошелев Д.Б. Возможности создания и перспективы развития интеллектуальной системы учета электроэнергии в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 347 – 363.  
<https://doi.org/10.24891/ni.14.2.347>

Современные тенденции развития рынка электрической энергии и мощности основываются на совершенствовании энергосберегающих технологий, создании виртуальных электростанций, систем аккумулирования электрической энергии и интеллектуальных систем, реализации проектов в атомной энергетике. Они описаны в работах таких авторов, как В.А. Грушников [1], Д. Кеннеди<sup>1</sup>, С.В. Александрова, Т.А. Кольцова, С.В. Пелькова, А.С. Кучеров [2], Н.Г. Остроухова [3], М.Н. Данилин [4], А.Г. Корниенко [5], В.В. Клочков [4, 6]. Создание интеллектуальных систем является перспективной и важной задачей развития и совершенствования энергосистемы, способствующей повышению прозрачности учета электрической энергии, надежности энергоснабжения, единству управления производством, передачей и управлением электроэнергией, обеспечению синхронизации учета на оптовом и розничном рынках и энергетической безопасности. Вопросы интеллектуального учета освещены в работах А.Е. Максименко, Д.Б. Рыгалина [7], И.А. Башмакова [8], Р.К. Герейханова, А.М. Магомедова<sup>2</sup>.

Под интеллектуальной системой учета электроэнергии (далее – система) понимается организация учета, обеспечивающая экономически эффективную, устойчивую систему электроснабжения с низкими потерями, высоким уровнем качества и безопасности и эффективно интегрирующая действия всех пользователей, подключенных к ней – генерирующих компаний, потребителей и других заинтересованных лиц, в целях обеспечения. Такая система позволяет осуществлять:

- сбор результатов измерений с интеллектуальных приборов учета электрической энергии и мощности с заданной периодичностью и информации о

событиях (изменении параметров, конфигурации приборов);

- хранение результатов измерений;
- предоставление результатов измерений с привязкой ко времени всем заинтересованным сторонам;
- анализ результатов измерений, контроль за целостностью и полнотой предоставляемых данных;
- дистанционное управление режимом потребления электрической энергии (полное, частичное ограничение потребления);
- защиту собираемых данных от неконтролируемого вмешательства.

Создание системы позволит:

- повысить надежность энергосистемы;
- увеличить прозрачность учета электрической энергии;
- обеспечить оперативный доступ к информации по энергоснабжению и энергосбережению;
- улучшить управляемость процессов энергосистемы за счет возможности оперативного ограничения потребления.

Анализ мировой практики создания и использования интеллектуальных систем учета показывает, что еще с 1999 по 2002 г. было установлено 3,5 млн интеллектуальных приборов учета в рамках реформы в Индии, что позволило обнаружить более 150 тыс. случаев хищения потребляемой электроэнергии и усовершенствовать выставление счетов и сбор платежей<sup>3</sup>. С 2002 по 2017 г. интеллектуальные системы учета созданы в 28 европейских странах, включая Швейцарию и Норвегию; на 2017 г. существуют 950 проектов со средней суммой инвестиций одного проекта от 3,3 до 9 млн евро в зависимости от вида проекта и общим

<sup>1</sup> Кеннеди Д. Виртуальные электростанции в системе управления электрическими сетями // Электроэнергия. Передача и распределение. 2015. № 1. С. 110–114.

<sup>2</sup> Герейханов Р.К., Магомедов А.М. Способ повышения точности измерений интеллектуальных систем учета // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015. № 2. С. 25–31.

<sup>3</sup> Построение интеллектуальной электрической сети для передающих и распределительных энергокомпаний. IBM Business Consulting Services. URL: <https://ibm.com/ru/bcs/power-working-smarter.pdf>

объемом 5,5 млрд евро. Между странами ЕС существуют серьезные различия в количестве проектов и общем уровне и темпе инвестиций. Только 15% проектов было профинансировано исключительно за счет частных инвестиций, которые особенно велики в Великобритании и Люксембурге, а также в Бельгии и Дании. Доля частных инвестиций в остальных проектах составляет от 40 до 60%, оставшаяся часть – это национальное финансирование (в рамках одной страны) и финансирование Европейского союза, которые оказывают значительное влияние на объем проекта.

Масштабность проекта также зависела от численности населения и объема потребляемой электроэнергии в стране. Большинство реализованных проектов в Европе – это национальные проекты (66%), то есть проекты, осуществляемые одной страной с исключительным участием организаций из этой страны; многонациональные проекты менее многочисленны, но с большим объемом инвестиций (7,5 млн евро, против 4,7 млн евро национальных проектов). Но именно на многонациональные проекты приходится 47% инвестиций от общего объема инвестиций в Европе, в абсолютном выражении наибольшее количество проектов было реализовано в Германии, на которые приходится и наибольший объем национального финансирования<sup>4</sup>.

В США с 2010 по 2015 г. была реализована отдельная программа инвестиционных грантов, направленная на ускорение трансформации национальной электрической сети путем внедрения интеллектуальной системы учета с общим объемом инвестиций 7,9 млрд долл. США. Развитие интеллектуальных систем за рубежом рассматривается в работах Р. Баяндыра, И. Колака, Г. Фули, К. Демиртаса [9], Ф. Малика, М. Лефонена [10] и во многом является следствием функционирования регулирующих органов и действующих

постановлений. В свою очередь, реализация проектов контролируется на федеральном уровне, например, в декабре 2007 г. в США был принят разд. XIII Закона об энергетической независимости и безопасности, а в 2009 г. – Закон о восстановлении и реинвестировании для модернизации электрической системы<sup>5</sup>. Стратегии интеллектуальных систем приняты в большинстве европейских стран, в которых реализовывались проекты. Примеры организаций и ведомств, которыми принимались стратегии, представлены в табл. 1.

В большинстве стран стратегии были разработаны профильными организациями и ведомствами, но были и исключения. Так, план внедрения интеллектуальных сетей в Словении был предложен Люблянским университетом.

Анализ мирового опыта показывает, что нормативно-правовое регулирование на уровне государства оказывает значительную законодательную поддержку в области интеллектуальных сетей и координации усилий по модернизации национальных сетей. Например, создание интеллектуальных систем в США с государственной поддержкой позволило ускорить экономический рост, создать новые рабочие места, повысить надежность и устойчивость национальной электрической сети и снизить финансовые и технические риски, связанные с возможными последствиями технологических сбоев в ней. Созданные системы в США включают в себя:

- новые технологии в системе передачи электроэнергии (*synchrophasor technologies*);
- технологии и системы автоматизации распределения, включающие передовые датчики и системы самостоятельного контроля показателей;
- развитие инфраструктуры измерений, включая интеллектуальные счетчики и системы связи;

<sup>4</sup> Gangale F, Vasiljevskaja J., Covrig C., Mengolini A., Fulli G. Smart grid projects outlook 2017. Facts, figures and trends in Europe. URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/tes.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/tes.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

<sup>5</sup> Smart Grid Investment Grant Program Final Report. December, 2016. URL: [https://energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Final%20SGIG%20Report%20-%202016-12-20\\_clean.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Final%20SGIG%20Report%20-%202016-12-20_clean.pdf)

– системы заказчиков (потребителей), в том числе системы управления потреблением электрической энергии.

Необходимо обратить внимание на то, что проекты для создания интеллектуальных систем в США отбирались на конкурсной основе, с привлечением частных инвестиций (итоговый объем частных инвестиций составил 4,5 млрд долл. США). Привлечение частных инвестиций ускорило модернизацию сети и позволило к 2015 г. установить почти у половины американских потребителей интеллектуальные приборы учета, что составило около 65 млн ед.<sup>6</sup>. Внедрение интеллектуальной системы учета за рубежом имеет и экономическое обоснование – так, в Великобритании оценка проекта в соответствии с программой реализации «умных» приборов учета составляет 11,6 млрд ф. ст., а ожидаемая выгода к 2030 г. – 18,6 млрд ф. ст., чистая прибыль от проекта – 7,2 млрд ф. ст.<sup>7</sup>.

Основным результатом создания интеллектуальных систем учета на начало 2016 г. в мире является установка 454 млн интеллектуальных приборов учета, а к 2020 г. предполагается их увеличение вдвое<sup>8</sup>.

Интеллектуальные приборы учета (как отдельная составляющая системы, позволяющая автоматизировать процесс сбора данных, но не включающая в себя функции контроля качества электрической энергии и ограничения потребления) в России установлены только в отдельных регионах. Первые пилотные проекты были запущены в 2010 г., по первоначальной оценке внедрения интеллектуальных приборов учета только в МРСК Урала (Екатеринбург, Челябинск, Пермь, Воркута, Ульяновск) оценивалась в 8,4 млрд руб. и 1,2 млн приборов учета.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Smart Metering Implementation Programme. URL: [https://gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/65685/7339-exp-doc-support-smets1.pdf](https://gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65685/7339-exp-doc-support-smets1.pdf)

<sup>8</sup> Российский рынок интеллектуальных счетчиков в отраслях распределения ресурсов – электроэнергия, тепла, воды, газа – до 2020 г. URL: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rossiyskiy-rynok-intellektualnyh-schetchikov-v-otraslyah-raspredeleniya-resursov-elektroenergii-tepla-vody-i-gaza-do-2020-goda-20160218023751](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rossiyskiy-rynok-intellektualnyh-schetchikov-v-otraslyah-raspredeleniya-resursov-elektroenergii-tepla-vody-i-gaza-do-2020-goda-20160218023751)

Предполагаемые параметры внедрения в МРСК Урала приведены в табл. 2.

Из представленных в предполагаемых параметрах внедрения в МРСК Урала регионах пилотный проект был реализован только в Перми (Пермьэнерго), где было установлено порядка 50 тыс. интеллектуальных приборов учета<sup>9</sup>. В Пермском крае реализация проекта была осуществлена в рамках проекта «Считай. Экономь. Плати» под патронажем Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России. В рамках другого проекта – «Развитие интеллектуальной сети» – к 2017 г. достигнуты следующие результаты внедрения: в Калининградской области (Янтарьэнерго) установлено около 20 тыс. интеллектуальных счетчиков, установка которых осуществлялась в течение 2016 г.; более 24 тыс. установлены в Ярославской области (Ярэнерго); 27 тыс. потребителей обеспечены интеллектуальными счетчиками в Тульской области (Тулэнерго). Потенциал развития интеллектуальной энергетики в России рассматривается в работах таких авторов, как И. Фомин, А. Кочергин, Р. Булатов<sup>10</sup>, Д. Гришин, Д. Пащенко, М. Синев, Д. Трокоз, М. Яровая [11], И. Волкова [12].

Несмотря на развитие пилотных проектов, общая доля интеллектуальных приборов учета в России составляет не более 10% от всех установленных приборов учета, а для общероссийского внедрения необходимо порядка 4 трлн руб. (для примера, общая сумма в энергосетях по инвестиционным программам составляет 300 млрд руб.)<sup>11</sup>. Столь затратное для страны внедрение системы может окупиться за счет снижения потерь, что является основным результатом установки интеллектуальных приборов учета в пилотных проектах. Так, снижение потерь

<sup>9</sup> Создание комплексной системы учета электроэнергии (КСУЭ) в городе Пермь. URL: <https://Rusenergomir.ru>

<sup>10</sup> Фомин И.О., Кочергин А.В., Булатов Р.В. Технология Smart grid в России // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 2-2. С. 109–113.

<sup>11</sup> Внедрение «умных» систем учета в сетевом комплексе обойдется в 4 трлн руб. URL: <https://news.rambler.ru/economics/36707560-vnedrenie-umnyh-sistem-ucheta-v-setevom-komplekse-oboydetsya-v-4-trln-rub>

энергии составило 37% по данным Янтарьэнерго и 10% – по данным Тулаэнерго; в среднем снижение потерь составляет 15–18%, а экономия от проекта в Янтарьэнерго в количественном выражении к концу 2017 г. составила 89 млн руб., расчетный срок окупаемости проекта составляет 9 лет<sup>12</sup>.

Пилотные проекты показали, что для развития интеллектуальной системы учета по всей России уже созданы стратегические, организационные и экономические предпосылки (табл. 3).

Предполагается, что в соответствии с пояснительной запиской к законопроекту об изменении нормативных актов, связанных с системами учета электроэнергии в стране, внесенным в Госдуму распоряжением, подписанным Д. Медведевым 01.04.2017, с 01.07.2018 будут устанавливаться только интеллектуальные приборы учета<sup>13</sup>, итоговое количество которых по стране должно составить 75 млн шт. Стоимость одного прибора учета (далее – ПУ), применимого для повсеместного внедрения, в начале 2017 г. составляла порядка 20–30 тыс. руб., однако к концу 2017 г. уточненная стоимость одного счетчика изменилась и оценивалась от 3 до 7 тыс. руб.<sup>14</sup>. Сводные предполагаемые показатели внедрения интеллектуальной системы учета по стране представлены в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, внедрение 75 млн шт. приборов учета в России будет в 10 раз дороже внедрения 65 млн приборов учета в США. Общая структура затрат на создание интеллектуальной системы учета в США представлена на рис. 1.

Наибольшую часть инвестиций занимает инфраструктура учета (56% от общего объема инвестиций). Инфраструктура учета состоит из таких составляющих, как

интеллектуальные приборы учета (61%), управление данными (13%), оборудование связи (9%). Общая сумма инвестиций, направленных на интеллектуальные приборы учета, составила 2,6 млрд долл. США (около 153 млрд руб. – таким образом, средняя стоимость одного прибора учета составила около 2,3 тыс. руб.). В Европе распределение затрат несколько иное (рис. 2).

Как следует из рис. 2 наибольший объем инвестиций приходится на интеллектуальное управление сетью (34%) и управление спросом (25%), где доля частных инвестиций составляет 55%, остальной объем инвестиций приходится на национальные инвестиции (в рамках одной страны) и инвестиции Европейского союза. Сравним стоимость создания системы в России и за рубежом (табл. 5).

Как видно из данных, представленных в табл. 5, показатели в России значительно выше, чем в остальных странах. В существующих в РФ проектах законодательных актов по развитию интеллектуальной системы учета говорится, что установка интеллектуальных приборов учета будет возложена на территориальную сетевую организацию за счет их (внебюджетных) средств, однако пока не понятно, за счет каких средств будет осуществлен остальной объем инвестиций (более 3 трлн руб.).

Необходимо отметить, что развитие интеллектуальных систем учета по всей стране усложнено отсутствием нормативно-правового регулирования, нерешенными вопросами источников финансирования и отсутствием унификации в системах учета по общим точкам поставки для розничного и оптового рынков.

Проанализируем возможности и перспективы создания интеллектуальной системы учета в России, для чего определим:

- лиц, заинтересованных в создании системы;
- основные функции системы с точки зрения заинтересованных лиц;

<sup>12</sup> «Умные» счетчики энергии помогают снизить потери на 10–30%. 04.05.2017. URL: <https://news.rambler.ru/economics/36798422-umnye-schetchiki-energii-pomogayut-snizit-poteri-na-10-30>

<sup>13</sup> Там же.

<sup>14</sup> Интервью В. Кравченко информационному агентству «РИА Новости». 19.09.2017. URL: <https://minenergo.gov.ru>

- существующие препятствия на пути к созданию системы;
- сильные, слабые стороны, возможности и угрозы создания системы;
- необходимые действия для создания и повсеместного внедрения системы.

Потенциально заинтересованные лица в создании интеллектуальной системы учета в России представлены в *табл. 6*.

Классификация заинтересованных сторон в Европе значительно шире, где к заинтересованным сторонам относятся:

- производители электрической энергии – организации, занимающиеся выработкой электроэнергии, в том числе независимые производители;
- распределительные компании – организации, ответственные за эксплуатацию и управление распределительными электрическими сетями, обслуживающие более 100 000 подключенных потребителей;
- организации, осуществляющие продажу, в том числе перепродажу электроэнергии потребителям;
- организации, занимающиеся разработкой и производством решений для интеллектуальных систем учета;
- инжиниринговые центры – организации, работающие в сфере инжиниринговых услуг, например, создание, установка и управление инфраструктурой интеллектуального учета;
- государственные и частные организации, занимающиеся научными исследованиями;
- операторы систем передачи данных – организации, ответственные за эксплуатацию, техническое обслуживание и развитие данной области, ее взаимосвязи с другими системами;
- организации, занимающиеся производством, распределением и продажей

электроэнергии, обслуживающие менее 100 000 подключенных потребителей;

- организации, работающие в качестве разработчиков программного обеспечения, системных дизайнеров, интеграторов и телекоммуникационные компании;
- отраслевые ассоциации – национальные и межнациональные организации, поддерживающие права и интересы различных заинтересованных сторон интеллектуальной системы учета;
- профессиональные экспертные консультации другим государственным и частным организациям;
- государственные и частные высшие учебные заведения, например университеты, технологические институты, колледжи;
- государственные учреждения, такие как регионы, муниципалитеты, природоохранные и энергетические учреждения и местные органы власти;
- другие – организации, которые не могут быть отнесены ни в одну из названных категорий, например, бизнес-инкубаторы, благотворительные организации;
- формирующиеся заинтересованные стороны – организации, предлагающие новые решения и услуги, которые в последнее время стали сотрудничать с традиционными субъектами интеллектуальных систем учета для внедрения интеллектуальных решений на местном уровне.

Общее количество организаций, участвующих в создании интеллектуальных систем учета в Европе составило 2 930; с учетом того, что одна организация могла участвовать более чем в одном проекте, общее количество участников в проектах составило 5 900. Наиболее активная организация в проектах – в Дании, она участвует в 67 проектах.

Как видно из *табл. 6*, использование системы в России в официальных источниках рассматривается только для производителей, потребителей, энергосбытовых организаций,

гарантирующих поставщиков, электросетевых и инфраструктурных организаций. Возможности использования системы для других заинтересованных лиц в официальных источниках не представлены.

Создание системы в России со столь масштабной функциональностью имеет ряд препятствий на пути к повсеместному внедрению, наиболее значимыми на наш взгляд являются:

- отсутствие нормативно-правовой базы, включая определение интеллектуальной системы учета и стратегии развития системы, регламентирующих порядок ограничения и восстановления энергоснабжения, например в части дистанционного отключения;
- отсутствие созданной системы и примеров создания подобной системы, обеспечивающей всю функциональность в масштабах страны, концепции системы и единых технических нормативов, обеспечивающих интеграционные возможности между различными приборами учета и системами сбора, анализа и управления данными;
- отсутствие информационного продвижения системы потребителям, а также возможным потенциальным инвесторам, которые могли бы снизить неопределенности по вопросам эффективности и технологий для лиц, принимающих решения и инвесторов.

Существующие препятствия, безусловно, можно отнести к слабым сторонам развития системы, более полная оценка создания и перспектив развития системы приведена на *рис. 3*.

Необходимо пояснить, что одним из основных рисков, связанным с использованием интеллектуальной системы учета, является возможный несанкционированный доступ и влияние на информацию системы, где под влиянием понимается воздействие на составляющие системы внешним программным обеспечением, и вопрос энергетической безопасности является одним из наиболее важных вопросов при создании

системы. Защита от несанкционированного доступа особенно актуальна в связи с имеющимися примерами кибератак на энергетические системы, например на энергетические системы Украины в декабре 2015 г., в результате которой более 225 тыс. чел. на несколько часов остались без электроснабжения; энергетические системы Германии, где в апреле 2016 г. подверглась взлому энергетическая система атомной электростанции; в том же 2016 г. был зафиксирован взлом почтовых ящиков Минэнерго России; в декабре 2016 г. также была подвергнута внешней атаке одна из подстанций на Украине. Масштабность возможной угрозы подтверждает и количество успешных атак на энергетическую систему США, где система Департамента энергетики за период с 2010 по 2014 г. была взломана 150 раз. При этом использование социальной инженерии составляет 27% от общего числа атак, в связи с чем человеческий фактор в вопросах предотвращения кибератак не менее важен, чем защита от вредоносного программного обеспечения<sup>15</sup>. Вопросы кибербезопасности рассматриваются в работах О. Балашова<sup>16</sup>, А. Осака, Д. Панасецкого, Е. Бузиной [13], А. Мелких, С. Миковой., В. Оладько<sup>17</sup>.

Чтобы обеспечить защиту информации система должна быть оборудована электронными пломбами на приборах учета и датчиками о проходимых нетиповых событиях. Для недопустимости несанкционированного доступа защиту системы необходимо обеспечить способом аутентификации, разграничением прав доступа, криптозащитой, что должно быть предусмотрено в технических требованиях как к интеллектуальным приборам учета, так и к системе в целом. Имеющиеся в данный момент технологические решения по

<sup>15</sup> Папков Б.В., Куликов А.Л., Осокин В.Л. Проблемы кибербезопасности электроэнергетики // Библиотека электротехника, приложение к журналу «Энергетик». 2017. № 9. С. 40–48.

<sup>16</sup> Балашов О.В. Информационная безопасность в интеллектуальных электроэнергетических сетях // Энергоэксперт. 2016. № 1. С. 77–79.

<sup>17</sup> Мелких А.А., Микова С.Ю., Оладько В.С. Исследование проблемы информационной безопасности АСКУЭ // Universum: технические науки. 2016. № 6. С. 4.

приборам учета не содержат подобного функционала, так что вопрос о стоимости приборов учета, удовлетворяющих данным требованиям, остается открытым. Разработка средств для кибербезопасности критической инфраструктуры является важным направлением развития интеллектуальных систем учета и за рубежом (см. *рис. 2*). Для обеспечения реализации всех рассматриваемых функций системы определим основные действия на пути к созданию и повсеместному внедрению системы в России:

- 1) доработка законодательства, включая базовые определения и организационное обеспечение функционирования интеллектуальных систем учета, таких как:
  - возможность предоставления потребителям минимального функционала;
  - обеспечение сетевым организациям возврата инвестиций из внетарифных источников;
  - возможность удаленной установки ограничения потребления электроснабжения с учетом нормативов необходимого потребления;
  - установка запрета на использование приборов, не интегрированных в систему, с определенного периода обязующего потребителей переходить на интеллектуальные приборы учета;
- 2) проведение оценки целесообразности и окупаемости проекта, включая экономическую эффективность вложенных средств и возможность реализации проекта из внетарифных источников, для чего необходимо для каждой составляющей интеллектуальной системы учета разработать и применять при создании единый набор параметров, таких как:
  - объект интеллектуальной системы учета (например, интеллектуальный прибор учета);
  - функции, которые выполняет объект (например, удаленное подключение/отключение услуг, управление);
- 3) разработка и утверждение стратегии создания и развития интеллектуальной системы учета в стране;
- 4) разработка и утверждение единых технических требований для создания и технического обеспечения интеллектуальных систем учета (включая единые протоколы обмена данными, правила взаимодействия системы между собой, показателей точности измерений, кибербезопасности);
- 5) определение последовательности внедрения системы на территории страны, для чего необходимо:
  - определить регионы, и организации, где применение интеллектуальной системы учета наиболее целесообразно, например, из-за высокого уровня потерь;
  - определить объемы потребляемой энергии, учет которой экономически обоснован (например, обязанность по установке интеллектуальных приборов учета в Германии существует только при ежегодном потреблении выше 10 тыс. кВт/ч.);
- воздействия, то есть влияние этой функции на работу системы (например, снижение пиковых нагрузок);
- выгоды, когда возможно их оценить (например, более низкие операционные расходы и снижение счета клиента), анализ которых необходим для снижения неопределенности по вопросам эффективности и технологий для лиц, принимающих решения и инвесторов. Оценка эффективности расходов, в том числе и бюджетных расходов и управления инвестициями в инфраструктуру анализируется в работах О. Сухарева [14], А. Бокарева, О. Богачевой, О. Смородинова [15] и может быть применена и для оценки эффективности создания системы;



- разработать требования к компаниям, внедряющим интеллектуальную систему учета, включая установку приборов учета с учетом опыта реализации больших инфраструктурных проектов;
  - определить сроки внедрения системы и установки интеллектуальных приборов учета с учетом наиболее значимых регионов, остальных регионов и контролирующей орган за функционированием единой системы интеллектуального учета, обеспечить доступ к информации всех заинтересованных лиц;
- 6) рассмотрение возможности финансирования создания системы за счет тарифных источников и средств федерального бюджета, без которых в мировой практике практически не осуществлялась реализация проектов в области интеллектуальных систем учета;
- 7) учет возможности интеграции в энергосистему генераций на основе возобновляемых источников энергии, расположенных в децентрализованных районах страны;
- 8) разработка мер, предупреждающих целенаправленное повреждение установленных приборов учета в целях снижения платы за электроэнергию, учитывая, что оплата по нормативам потребления электрической энергии при безучетном потреблении может быть экономически более привлекательной, чем оплата по данным приборов учета.
- Успешное создание и повсеместное внедрение интеллектуальной системы учета позволит масштабировать систему не только на рынок электрической энергии и мощности, но и на услуги по сбору всех ресурсов – таких как тепло и вода. А в энергосистеме позволит решить основные задачи, стоящие перед интеллектуальной системой учета (такие, как надежность энергоснабжения, прозрачность учета электрической энергии, оперативный доступ к информации с приборов учета, управляемость процессов энергоснабжения). Однако масштабное внедрение такой системы невозможно без оценки экономической целесообразности создания всех составляющих системы, определения единой концепции и технических требований, привлечения к созданию системы всех заинтересованных сторон и обеспечения создания и поддержки ее со стороны государства – как со стороны законодательной ветви власти, так, возможно, и финансовой (если при оценке экономической целесообразности будет определено, что без привлечения бюджетных средств создание системы невозможно или потребует значительно более длительного периода).

**Таблица 1****Примеры организаций и ведомств, принявших стратегии интеллектуальных систем****Table 1****Examples of organizations and agencies that adopted the smart grid strategies**

Страна	Организации и ведомства, принявшие стратегию	Год принятия стратегии
Франция	Агентство по управлению энергией	2013
Дания	Министерство климата, энергетики и строительства Дании	2013
Швеция	Шведский координационный совет по интеллектуальным сетям	2014
Австрия	Министерство транспорта, инноваций и технологий	2015

*Источник:* по данным F. Gangale, J. Vasiljevska, C. Covrig, A. Mengolini Smart Grid Projects Outlook 2017. Facts, Figures and Trends in Europe.

URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

*Source:* F. Gangale, J. Vasiljevska, C. Covrig, A. Mengolini Smart Grid Projects Outlook 2017. Facts, Figures and Trends in Europe.

URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

**Таблица 2****Предполагаемые параметры внедрения интеллектуальных приборов учета в МРСК Урала****Table 2****Projected parameters of smart meters integration in IDGC of Urals**

Показатель	Количественная оценка
Количество приборов учета	1,2 млн шт.
Затраты на 1 прибор учета	5 000 руб.
Инвестиции (в течение 3 лет)	6,6 млрд руб.
Экономия (первые 8 лет)	8,4 млрд руб.
Выгоды МРСК (2-й год)	Около 1 млн руб.
Выгоды МРСК (8-й год)	18 млн руб.

*Источник:* по данным презентации «Умный учет – первый шаг на пути к умным сетям». URL: <http://fsc-ees.ru>

*Source:* Presentation *Smart Metering is the First Step Towards Smart Grids*. URL: <http://fsc-ees.ru>

**Таблица 3****Предпосылки создания интеллектуальной системы учета в России****Table 3****Preconditions for creating the intelligent metering system in Russia**

Предпосылки всероссийского внедрения системы	Описание
Стратегические	1. Существующие тенденции к развитию розничного рынка электроэнергии. 2. Необходимость повышения качества коммерческого учета электроэнергии
Организационные	1. Уже имеющаяся ответственность за формирование отпуска электроэнергии за сетевой организацией. 2. Регулируемость электросетевой деятельности государством
Экономические	1. Уже существующий и апробированный механизм возврата части инвестиций без привлечения тарифных источников. 2. Отсутствие затрат на создание и использование системы со стороны потребителей

*Источник:* по данным презентации Министерства энергетики Российской Федерации.

URL: <http://sicon.ru/download/seminar2017/01.pdf>

*Source:* Presentation of the Ministry of Energy of the Russian Federation.

URL: <http://sicon.ru/download/seminar2017/01.pdf>

**Таблица 4****Предполагаемые параметры внедрения интеллектуальных приборов учета в России****Table 4****Projected parameters of smart meters integration in Russia**

Параметр	Количественная оценка
Количество приборов учета	75 млн шт.
Затраты на 1 прибор учета	5 000–7 000 руб.
Инвестиции	4 трлн руб.

Источник: по данным Министерства энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru>

Source: The Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: <https://minenergo.gov.ru>

**Таблица 5****Общий объем инвестиций, нормализованный на душу населения, евро/чел.****Table 5****Total investment standardized per capita, EUR per person**

Страна	Параметр	
	Общий объем инвестиций, нормализованный на душу населения, евро/чел.	Общий объем инвестиций, нормализованный на потребление электроэнергии, евро/МВт-ч
<b>Россия</b>	<b>402</b>	<b>55</b>
Люксембург	108	9,5
Дания	49	8,6
США	27	1,6
Норвегия	22	0,9
Словения	20	3,1
Финляндия	19	1,3
Австрия	17	2,2
Швеция	17	1,2
Бельгия	16,5	2,1
Швейцария	15	2
Нидерланды	12	1,9
Великобритания	12	2,2
Франция	10	1,5
Германия	10	1,5
Португалия	9	1,8
Ирландия	7	1,2
Кипр	5,5	1,1
Мальта	5	1
Чехия	4	2
Италия	4	0,8
Латвия	4	1
Литва	4	1
Румыния	3	1
Эстония	3	0,4
Словакия	2	0,4
Польша	2	0,4
Венгрия	2	0,4
Хорватия	2	0,4
Болгария	1	0,2

Источник: по данным Министерства энергетики Российской Федерации; Gangale F, Vasiljevskaja J., Covrig C., Mengolini G. Smart grid projects outlook 2017. Facts, figures and trends in Europe.

URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

Source: The Ministry of Energy of the Russian Federation; Gangale F, Vasiljevskaja J., Covrig C., Mengolini A. Smart Grid Projects Outlook 2017. Facts, Figures and Trends in Europe.

URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

**Таблица 6**  
**Потенциально заинтересованные лица системы**

**Table 6**  
**Potential stakeholders of the system**

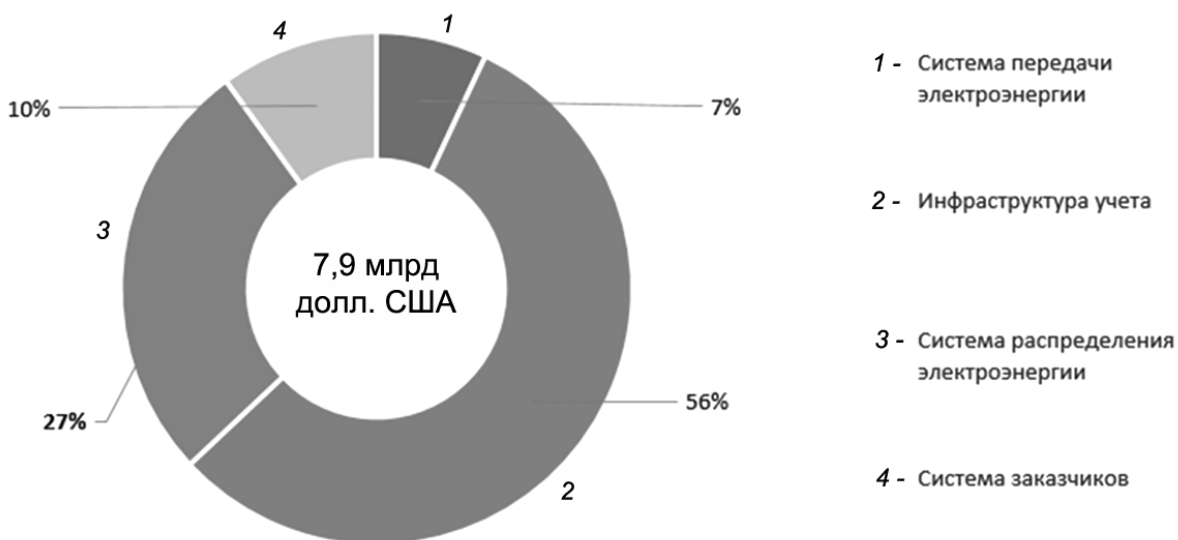
Тип заинтересованных лиц	Количество
Производители электрической энергии на оптовом рынке электроэнергии	Около 2 тыс. точек поставки
Потребители электрической энергии на оптовом рынке электроэнергии	Около 70 тыс. точек поставки
Производители и потребители электрической энергии на розничном рынке электроэнергии	75 млн точек поставки
Электросетевые организации	1 500
Гарантирующие поставщики, энергосбытовые организации	650
Инфраструктурные организации	3

*Источник:* по данным Министерства энергетики Российской Федерации.  
URL: <http://sicon.ru/download/seminar2017/01.pdf>

*Source:* The Ministry of Energy of the Russian Federation.  
URL: <http://sicon.ru/download/seminar2017/01.pdf> (In Russ.)

**Рисунок 1**  
**Структура затрат на создание интеллектуальной системы учета в США**

**Figure 1**  
**The cost structure for the creation of the intelligent metering system in the United States of America**



*Источник:* Smart Grid Investment Grant Program Final Report, December 2016. URL: <https://energy.gov>

*Source:* Smart Grid Investment Grant Final Report December 2016. URL: <https://energy.gov>

Рисунок 2

Структура затрат на создание интеллектуальной системы учета в Европе

Figure 2

The cost structure for the creation of the intelligent metering system in Europe



Источник: Gangale F., Vasiljevska J., Covrig C., Mengolini A. Smart grid projects outlook 2017. Facts, figures and trends in Europe. URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

Source: Gangale F., Vasiljevska J., Covrig C., Mengolini A. Smart grid projects outlook 2017. Facts, figures and trends in Europe. URL: [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)

**Рисунок 3****Оценка перспектив создания и развития системы****Figure 3****Evaluation of prospects for creating and developing the system**

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечение надежности энергосистемы.</li> <li>2. Повышение прозрачности учета электрической энергии.</li> <li>3. Увеличение оперативности сбора и обработки данных от приборов учета.</li> <li>4. Оперативный доступ к информации по энергоснабжению и энергосбережению.</li> <li>5. Управляемость процессами энергосистемы, за счет возможности оперативного ограничения потребления</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие нормативно-правовой базы.</li> <li>2. Отсутствие созданной системы и примеров создания подобной системы, обеспечивающей всю функциональность в масштабах страны.</li> <li>3. Продвижение системы потребителям и возможным потенциальным инвесторам</li> </ol>
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможности поддержки различных видов производителей. Внедрение единого стандарта к приборам учета.</li> <li>2. Развитие web-технологий, аутентификации пользователей.</li> <li>3. Повышение защиты данных, создание безопасных архитектур.</li> <li>4. Исключение промежуточных программных обеспечений.</li> <li>5. Возможность снижения эксплуатационных затрат</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение количества приборов и точек учета, необходимых к включению в единую систему.</li> <li>2. Большое количество пользователей системы, обусловленное включением в систему розничного рынка и обеспечением доступности к информации потребителей системы.</li> <li>3. Необходимость обеспечения энергетической безопасности.</li> <li>4. Необходимость выполнения требований по импортозамещению в информационных технологиях.</li> <li>5. Затраты на эксплуатацию системы</li> </ol>

Источник: по данным Министерства энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru>

Source: The Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: <https://minenergo.gov.ru> (In Russ.)

**Список литературы**

1. Грушников В.А. Инновации в области использования энергии // Компетентность. 2016. № 8. С. 44–51.
2. Александрова С.В., Кольцова Т.А., Пелькова С.В., Кучеров А.С. Электроэнергетический комплекс в современных экономических условиях // Агропродовольственная политика России. 2016. № 1. С. 32–40.
3. Остроухова Н.Г. Рынки отраслей топливно-энергетического комплекса России: состояние и тенденции развития // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2015. № 3. С. 124–134.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynki-otrasley-toplivno-energeticheskogo-kompleksa-rossii-sostoyanie-i-tendentsii-razvitiya>
4. Клочков В.В., Данилин М.Н. Анализ влияния новых технологий в энергетике на экономику России в долгосрочной перспективе // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 46. С. 13–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-novyh-tehnologiy-v-energetike-na-ekonomiku-rossii-v-dolgosrochnoy-perspektive>

5. *Корниенко А.Г.* Атомная энергетика России сегодня // *Электрические станции*. 2015. № 1. С. 47–59.
6. *Клочков В.В.* Анализ влияния технологических сдвигов в энергетике на устойчивость российской экономики // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2017. Т. 13. № 4. С. 684–698. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.4.684>
7. *Максименко А.Е., Рыгалин Д.Б.* Интеллектуальная система поквартирного учета и регулирования энергоресурсов // *Энергосбережение*. 2011. № 2. С. 45–53.
8. *Башмаков И.А.* Поддержка систем интеллектуального учета потребления энергоресурсов в жилых домах // *Энергосбережение*. 2015. № 7. С. 16–21.
9. *Bayindir R., Colak I., Fulli G., Demirtas K.* Smart grid technologies and application // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 66. P. 499–516. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.002>
10. *Malik F.H., Lehtonen M.* A review: agents in smart grids // *Electric Power Systems Research*. 2016. Vol. 131. P. 71–79. URL: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.10.004>
11. *Гришин Д.С., Пащенко Д.В., Синев М.П. и др.* Особенности внедрения интеллектуальных энергосетей Smart grid // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2017. № 1. С. 109–116.
12. *Волкова И.О.* Интеллектуальная энергетика в России: оценка существующего потенциала развития // *ЭКО*. 2016. № 12. С. 90–100.
13. *Осак А.Б., Панасецкий Д.А., Бузина Е.Я.* Кибербезопасность объектов электроэнергетики как фактор надежности ЭЭС. В сб.: *Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики*. Минск: Изд-во Ин-та систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Ин-та энергетики НАН РБ, 2015. Вып. 66. С. 258–264.
14. *Сухарев О.С.* Бюджетные расходы, эффективность и приоритеты развития экономики // *Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал*. 2015. № 1. С. 17–28.
15. *Бокарев А.А., Богачева О.В., Смородинов О.В.* Развитие методологии оценки эффективности управления государственными инвестициями в инфраструктуру // *Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал*. 2017. № 4. С. 56–70.

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## CAPABILITIES FOR CREATING THE INTELLIGENT ELECTRICITY METERING SYSTEM IN RUSSIA AND ITS DEVELOPMENT PROSPECTS

Tat'yana S. REMIZOVA <sup>a\*</sup>, Dmitrii B. KOSHELEV <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Financial Research Institute of Ministry of Finance of Russian Federation, Moscow, Russian Federation  
tttata@yandex.ru  
orcid.org/not available

<sup>b</sup> Trading System Administrator of Wholesale Electricity Market Transactions, Moscow, Russian Federation  
dmk79@list.ru  
orcid.org/not available

• Corresponding author

### Article history:

Received 5 December 2017  
Received in revised form  
16 December 2017  
Accepted 28 December 2017  
Available online  
15 February 2018

**JEL classification:** H54, L86,  
L94

**Keywords:** intelligent  
metering system, metering  
device, electricity

### Abstract

**Importance** The intelligent electricity metering system in Russia is a priority and crucial mission for further development and improvement of the power system. To complete the task, an in-depth analysis shall be conducted to understand national capabilities and determine what actions shall be performed to implement it throughout the country.

**Objectives** We explore global practices of creating intelligent metering systems and determine the current situation in Russia from perspectives of such plans.

**Methods** The research is based on methods of logic and statistical analysis.

**Results** We analyze the way intelligent metering systems are created in Europe and the USA and underline the specifics of the regulatory framework for such systems in respective countries. We found out the need to elaborate the legislative framework in Russia and evaluate the feasibility of all components. There should be the single concept and technical requirements.

**Conclusions and Relevance** If the intelligent metering system is created and implemented ubiquitously, this will help to scale the system not only for the electricity market, but also resource data collection services (heat and water). It will ensure the transparency of energy metering, energy supply reliability, prompt access to metering data, controllability of energy supply processes, security of the energy system.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

**Please cite this article as:** Remizova T.S., Koshelev D.B. Capabilities for Creating the Intelligent Electricity Metering System in Russia and Its Development Prospects. *National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 2, pp. 347–363.  
<https://doi.org/10.24891/ni.14.2.347>

### References

1. Grushnikov V.A. [Innovation in the field of the energy using]. *Kompetentnost'*, 2016, no. 8, pp. 44–51. (In Russ.)
2. Aleksandrov S.V., Kol'tsova, T.A., Pel'kova S.V., Kucherov A.S. [Electricity complex in modern economic conditions of the Russian Federation]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii = Agro-Food Policy in Russia*, 2016, no. 1, pp. 32–40. (In Russ.)
3. Ostroukhova N.G. [Markets of the Russian fuel and energy sector: State and development trends]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki = University Proceedings. Volga Region. Social Sciences*, 2015, no. 3, pp. 124–134.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynki-otrasley-toplivno-energeticheskogo-kompleksa-rossii-sostoyanie-i-tendentsii-razvitiya> (In Russ.)



4. Klochkov V.V., Danilin M.N. [Analyzing the impact of new power engineering technologies on the Russian economy in the long run]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2015, vol. 11, no. 46, pp. 13–28.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-novyh-tehnologiy-v-energetike-na-ekonomiku-rossii-v-dolgosrochnoy-perspektive> (In Russ.)
5. Kornienko A.G. [Nuclear energy Russia today]. *Elektricheskie stantsii = Electric Power Plants*, 2015, no. 1, pp. 47–59. (In Russ.)
6. Klochkov V.V. [Analyzing the effect of technological shifts in power engineering in terms of sustainability of the Russian economy]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2017, vol. 13, iss. 4, pp. 684–698.  
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.4.684> (In Russ.)
7. Maksimenko A.E., Rygalin D.B. [Intelligent system of metering and regulation of per-flat power consumption]. *Energoberezhnie = Energy Saving*, 2011, no. 2, pp. 45–53. (In Russ.)
8. Bashmakov I.A. [Support to smart metering systems of energy consumption in residential buildings]. *Energoberezhnie = Energy Saving*, 2015, no. 7, pp. 16–21. (In Russ.)
9. Bayindir R., Colak I., Fulli G., Demirtas K. Smart Grid Technologies and Application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 66, pp. 499–516.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.002>
10. Malik F.H., Lehtonen M. A Review: Agents in Smart Grids. *Electric Power Systems Research*, 2016, vol. 131, pp. 71–79. URL: <https://doi.org/10.1016/j.epr.2015.10.004>
11. Grishin D.S., Pashchenko D.V., Sinev M.P. et al. [Implementation features of smart grids]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, Systems, Networks in Economy, Technologies, Nature and Society*, 2017, no. 1, pp. 109–116. (In Russ.)
12. Volkova I.O. [Smart grid in Russia: Assessment of existing development potential]. *EKO = ECO*, 2016, no. 12, pp. 90–100. (In Russ.)
13. Osak A.B., Panasetskii D.A., Buzina E.Ya. [Cybersecurity of power engineering facilities as a security factor of the power engineering system]. *Metodicheskie voprosy issledovaniya nadezhnosti bol'shikh sistem energetiki. Vypusk 66: materialy konferentsii [Proc. Sci. Conf. Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems. Volume 66]*. Minsk, Melent'ev Institute of Energy Systems RAS, Institute of Energy of NAS of the Republic of Belarus Publ., 2015, pp. 258–264.
14. Sukharev O.S. [Budgetary costs, efficiency and priorities of economic development]. *Nauchno-issledovatel'skii finansovyi institut. Finansovyi zhurnal = Financial Research Institute. Financial Journal*, 2015, no. 1, pp. 17–28. (In Russ.)
15. Bokarev A.A., Bogacheva O.V., Smorodinov O.V. [Methodology development of efficiency valuation of public infrastructure investment management]. *Nauchno-issledovatel'skii finansovyi institut. Finansovyi zhurnal = Financial Research Institute. Financial Journal*, 2017, no. 4, pp. 56–70. (In Russ.)

### Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.