НАЦОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

Отчет по этапу № 1 в рамках

Прогноза технологического развития топливно-энергетического комплекса России в контексте мировых трендов

Команда «ПОТЕНЦИАЛ»

Москва, 2018

I. Причины зарождения направления интеллектуальных энергетических систем

Интеллектуальная энергетическая система – это направление, описывающее создание экономически выгодной, устойчивой и безопасной энергетической системы, в которой потребление электроэнергии, производство (в том числе и от возобновляемых источников энергии), а также инфраструктура интегрированы и скоординированы с помощью новейших технологий.

Причины развития данного направления можно разделить на три подгруппы: технологические, экономические и правовые.

К основным технологическим причинам можно отнести:

1. Развитие технологий возобновляемых источников электроэнергии и снижение стоимости на эти технологии. По данным на 2017 год, стоимость выработки солнечной энергии сократилась на 80% и опустилась ниже 2-х центов за кВт\*ч[[1]](#footnote-2), что сделало ее доступной для рядового потребителя. Возможность генерировать электроэнергию без применения углеводородных видов топлива, но в строго определенный, независимый от желания потребителя, период поставила вопрос о способности накопления выработанной ВИЭ электроэнергии, что послужило одной из причин нового витка в развитии накопителей электроэнергии. Накопители ЭЭ – также являются неотъемлемой частью интеллектуальной энергетической системы; кроме очевидно эффекта накопления электроэнергии, они также несут в себе ряд преимуществ, например, способность нивелировать вечерние и дневные максимумы нагрузки.

2. Развитие вычислительной техники и каналообразующей аппаратуры, а также снижение стоимости на данные технологии также является одной из причин развития направления. Эти факторы позволили передавать большие объемы данных между устройствами и затем производить их обработку за малый промежуток времени. Таким образом, появилась возможность интеграции большого числа устройств (измерительные преобразователи, датчики тепла, влажности и т.п.) в единую систему, где информация с этих устройств может быть обработана, опубликована и использована в качестве входных данных для различных сервисов или системы управления. Снижение стоимости на эти технологии позволяют использовать их для частного использования рядовыми гражданами.

3. Развитие технологий сбора и алгоритмов обработки больших данных (BigData), машинного обучения, облачных технологий хранения данных и концепции интернета вещей (IOT)привели к появлению готовых платформ, реализующих сервисы мониторинга, управления и хранения данных, что в значительной мере увеличили скорость разработки новых технологий, появились готовые инструменты для прогнозирования, интеллектуального управления, основывающегося на большом количестве факторов, реализации рыночных механизмов взаимодействия между узлами системы[[2]](#footnote-3), а также сделали их более доступными.

К экономическим причинам развития направления относятся

1. Высокая стоимость на ископаемые ресурсы. Не смотря на резкие изменения цены на нефть, стоимость на электроэнергию, горячую воду и газ будут повышаться. Поэтому, развитие интеллектуальных систем для управления электро-, газо- и теплоснабжения, способных в комплексе снизить затраты на покупку ресурсов, является естественной потребностью для конечного потребителя.

2. Высокая стоимость создания централизованной инфраструктуры электро-, газо- и теплоснабжения также является драйвером развития направления. Создание микроэнергосистем для отдаленных и труднодоступных поселений, куда подведение централизованного энергоснабжения является экономически нецелесообразно, является хорошей альтернативой для государственных структур.

К правовым причинам развития направления относится

1. Изменение законодательства в России привело к появлению возможности у потребителя продать электроэнергию (до 15 кВт[[3]](#footnote-4)) сетевой компании. Данная мера окажет стимулирующий эффект для роста числа возобновляемых источников энергии. Дальнейшим шагом может стать разрешение торговли электроэнергией между потребителями, что сделает возможным для потребителей передачу электроэнергии друг другу в рамках одной микроэнергосистемы.

2. Ратификация Парижских соглашений Россией в 2015[[4]](#footnote-5) году регламентирует принять планы по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу разработать национальные стратегии перехода на возобновляемые источники электроэнергии. Таким образом, просматривается общемировая тенденция на сокращение числа установок на углеводородом топливе, что стимулирует развитие рынка возобновляемых технологий.

II. Актуальность направления

На сегодняшний день в мире можно наблюдать активное развитие четвертой промышленной революции. Введение киберфизических систем в производство (индустрия 4.0[[5]](#footnote-6)), повсеместное использование алгоритмов машинного обучения, использование технологий блокчейна и других распределенных баз данных привели к трансформации целого ряда отраслей экономики, в том числе и энергетики. Ведущие экономики мира: Германия, Великобритания, Япония, США и др[[6]](#footnote-7). уже приступили к реализации новейших концепций развития энергетических структур. Но в данный момент, в России наблюдается замедление темпов технологического развития электроэнергетического сектора, приводящее к повышению тарифов и цены на электроэнергию для потребителей6. Проблема обостряется тем, что повышаются требования потребителей по качеству и надежности потребляемой электроэнергии. Необходимо понимать, что при сохранении данной тенденции и использовании традиционных подходов, невозможно обеспечить требуемые качество, надежность и доступность электроэнергии без повышения тарифов. В свою очередь, повышения тарифов будет негативно сказываться на всей экономике страны в целом, что повлечет дальнейшую стагнацию всех отраслей, в том числе и электроэнергетики.

В связи с этим, сегодня перед электроэнергетической отраслью России поставлено несколько вызовов, преодоление которых позволит России занять конкурентные позиции на международном рынке.

Одним из наиболее приоритетных направлений развития энергетики является интеллектуальный системы энергоснабжения. Создание микроэнергосистем, имеющих подключение к большой энергосистеме или полностью изолированные, является общемировым трендом, и на это существует несколько причин.

Согласно прогнозам[[7]](#footnote-8), уже в начале 2020-х годов, электроэнергия, вырабатываемая солнечными панелями и ветрогенераторами станет дешевле электроэнергии, вырабатываемой при сжигании угля (), что безусловно скажется на спросе на данные источники электроэнергии.

Рисунок 1 - Прогноз цены за МВт электроэнергии для ветровой и солнечной энергетики

Установки распределенной генерации электроэнергии в ближайшей перспективе достигнут широкого применения и будут удовлетворять большую часть потребности в электроэнергии. Так, согласно проведенному исследованию компанией IRENA[[8]](#footnote-9), доля возобновляемой энергетики в Евросоюзе к 2030 году достигнет 30% (), что откроет огромный рынок для производителей оборудования и интеллектуальных систем.

Рисунок 2 - Прогнозы доли возобновляемой энергетики в странах Европы на 2030 и 2020 годы

 Интенсивное развитие электротранспорта (согласно прогнозам, доля электромобилей к 2030 году составит порядка 30%[[9]](#footnote-10)) позволит в полной мере перейти к концепции “Vehicletogrid” т.е. использование встроенных высокоёмких аккумуляторов электроавтомобиля в качестве дополнительного накопителя для дома. Согласно прогнозу BNEF (Bloomberg New Energy Finance), глобальный рынок накопителей электроэнергии с 2016 по 2030 года увеличится в 6 раз и достигнет мощности 125 ГВт (или 305 ГВт/ч[[10]](#footnote-11)). Развитие накопителей также позволит с большей эффективностью использовать потенциал возобновляемых источников энергии, а у потребителей появится возможность продавать электроэнергию друг другу, что повысит спрос на системы, способные оценивать текущий спрос и торговать электроэнергий с большей выгодой.

 Однако, оптимизация расходов ресурсов не должна ограничиваться электроэнергией. Эффективное управление должно осуществляться всеми доступными ресурсами. Согласно качественным оценкам, значительной частью расходов владельцев домохозяйств как в западных странах, так и в странах СНГ, является расходы на газ и отопление. Поэтому уже завтра будет высокий спрос на системы управления, способные управлять расходом всех доступных энергоресурсов. По данным отчета аналитической компании J'son & Partners Consulting к 2025 году каждое десятое домохозяйство во всем мире будет снабжены устройствами «умного дома»[[11]](#footnote-12). В 2017 году объем глобального рынка технологий IOT оценивается в 14,7 млрд долларов и с каждым годом эта цифра будет увеличиваться.

На основании выше изложенного, можно сделать вывод, что западные страны активно инвестируют в развитие технологий интеллектуальной энергетики и ожидают стремительный рост доли возобновляемой энергетики, систем накопления и интеллектуальных систем управления. Поэтому, для недопущения отставания России в технологическом и экономическом плане, необходимо предпринять пакет мер, направленных на развитие технологии производства на основе распределенных источников энергии (в том числе и возобновляемых), систем хранения электроэнергии, интеллектуальных систем управления, развитие цифровых технологий управления и контроля за оборудованием.

III. Ключевые технологии направления

Рассматриваемые технологии можно разделить на три уровня: уровень первичного оборудования, уровень сбора, обработки и передачи данных, и уровень облачных платформ.

1) Уровень первичного оборудования

а) Устройства распределенной генерации

Термин распределенная генерация описывает группу устройств, генерирующих электроэнергию в непосредственной близости от места, в котором она будет потребляться. Распределенная генерация может использоваться для одного потребителя (например, для частного дома или бизнеса), или быть частью микроэнергосистемы (microgrid). При подключении на низшем напряжении распределенная генерация может помочь обеспечить передачу электроэнергии дополнительным потребителям и снизить потери на линиях передач.

Для направления интеллектуальных систем энергоснабжения наибольший интерес взывает возобновляемые источники электроэнергии. К возобновляемым источникам электроэнергии относятся генерирующие установки, не использующие углеводородное топливо. К их числу относятся:

* солнечные панели;
* ветрогенераторы;
* геотермальные генераторы;
* волновые генераторы.

Основными преимуществами возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) являются:

* Отсутствие выбросов в атмосферу, которые имеют место при работе генерирующих установок электростанций на углеводородном топливе
* Возможность повсеместного использования данных устройств в том числе для личного использования
* Уменьшение потерь при передаче от производителя электроэнергии к конечному потребителю
* Уменьшение зависимости от централизованного электроснабжения, как следствие – повышение надежности электроснабжения
* Возможность электрификации труднодоступных районов, куда подведение централизованного электроснабжения невозможно или экономически невыгодно.

К недостаткам ВИЭ относятся:

* Отсутствие постоянной выработки электроэнергии: так как выработка электроэнергии всецело зависит от погодных условий, невозможно генерировать электроэнергию ночью при использовании солнечных панелей или в безветренную погоду при использовании ветрогенераторов.
* Малый коэффициент полезного действия.

Главным недостатком распределенной генерации является сложность управления перетоками мощности при наличии нескольких генерирующих установок, что может привести к неправильной работе релейной защиты, и, как следствие, отключению потребителей.

б) Накопители электроэнергии

Накопители электроэнергии – важнейший элемент интеллектуальных сетей. Накопители электроэнергии позволяют разнести процесс генерации и потребления электроэнергии во времени, тем самым повышая эффективность возобновляемых источников электроэнергии. Накопители электроэнергии активно используются в рамках концепции microgrid, позволяя потребителям реализовать технологии ценозависимого спроса (demandresponse) т.е. накапливать электроэнергию в периоды низкой цены на электроэнергию и срабатываться в периоды высокой цены. Развитие технологий систем управления в будущем позволят участникам рынка передавать электроэнергию между накопителями в рамках микроэнергосистемы, тем самым реализовывается концепция «Интернет Энергии» (InternetofEnergy)[[12]](#footnote-13).

Применение накопителей позволяет достичь:

* Выравнивание графиков нагрузки в сети за счет применения технологии DemandResponse
* Обеспечение бесперебойного питания потребителей в случае использования возобновляемых источников электроэнергии, т.е. повышается надежность электроснабжения
* Повышение качества электроэнергии и возможность регулирования частоты

в) Автономное газовое снабжение

Автономное газовое снабжение – технология, позволяющая газифицировать объект при отсутствии центральной газовой магистрали. Применение данной технологии в совокупности сдатчиками тепла, позволят интеллектуальной системе управлять расходом газа в реальном времени, опираясь на прогноз погоды и множество других факторов. Совокупность данных решений позволит существенно экономить средства потребителя

2) Уровень сбора, обработки и передачи данных

а) Интеллектуальное устройство потребителя

Это устройство позволяет осуществлять функции контроля и мониторинга всей системы, регулирования настроек оборудования, сигнализации и выдача команд управления, передачи данных в облачные платформы, реализация функций агента procumer’а на рынке.

3) Уровень облачных платформ

Информационная платформа (PaaS) - модель предоставления облачных вычислений, при которой потребитель получает доступ к использованию информационно-технологических платформ: операционных систем, систем управления базами данных, связующему программному обеспечению, средствам разработки и тестирования, размещённым у облачного провайдера.

Основными функциями платформы являются:

* Сбор и хранение данных
* DigitalTwins – цифровой аналог физического устройства, моделирующий внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействий помех и окружающей среды.
* Аналитические приложения, такие как прогнозирование,Datamining.
* Реализация рыночных механизмов взаимодействия между устройствами, например, проведение торгов электроэнергией, функциивыставления счетов, агрегаторы нагрузки и генерации
* Оптимизационные задачи управления
* Предсказание технического состояния, управление ремонтами и технического обслуживания оборудования

IV. Компании лидеры в направлении

1) Уровень силового оборудования

 ООО «Лиотех» - компания создана в 2010 году для решения стратегических национальных задач в сфере энергосбережения. Основная направленность – сохранение природных ресурсов, энергоэффективность и безопасность экономики и улучшении экологии. Производит высокоемкие литий-ионные аккумуляторы, автономные солнечные системы, системы управления.

 Группа компаний Хевел – компания основана в 2009 году, является крупнейшей компанией в области солнечной энергетики. Основная направленность – производство солнечных модулей, строительство и эксплуатация солнечных электростанций.

UGE International - Международная компания, занимающаяся производствомветрогенераторов. Была основанная в 2008 году, со штаб-квартирой в Нью-Йорке и имеет проекты в более чем 100 странах мира.

Hi-VAWT – тайваньская энергетическая компания, специализирующаяся на малых ветрогненераторах. Hi-VAWT одна из крупнейших компаний в сфере малой ветрогенерации, она поставляет свою продукцию во множество стран в т.ч. США, Канада, Китай, Италия, Япония, Индия и т.д.

Tesla – крупная американская компания, специализирующаяся в том числе на производстве аккумуляторных батарей для домашнего использования.

FirstSolar, Inc – американская компания, специализирующаяся на изготовлении модулей солнечных панелей. Является одним из ключевых игроков в своем сегменте

2)Устройства сбора обработки и передачи данных

 SchweitzerEngeneeringLaboratories (SEL) – компанияоснованнаяв 1984 вСША. Основная направленность – энергоэффективное, надежное и безопасное электроснабжение. Производит устройства РЗА, устройства удаленного управления, измерения и учета, устройства автоматизации распределительной сети.

 Энтелс – компания основанная в 1988 году. Основная направленность – внедрение автоматизированных систем управления, систем сбора и передачи информации, телемеханики и связи, мониторинга и учета энергоресурсов.

 Schneider Electric – компания основана в 1836 году во Франции, первый проект в России состоялся в 1974 году. Основная направленность - управление энергией и технологическими процессами наиболее безопасным, надежным, эффективным и экологичным образом. Производит системы управления домом, системы автоматизации и управления зданий, системы автономного и бесперебойного электроснабжения.

3) Платформы сбора, хранения обработки и передачи данных

General Electric – компания основана в 1878 году в США. Производит многие виды техники, включая локомотивы, энергетические установки, газовые турбины, авиационные двигатели, медицинское оборудование, фототехнику, бытовую и осветительную технику, пластмассы и герметики, а также широкий спектр продукции военного назначения. В рамках данной темы компания имеет платформу Predix – облачное решение для сбора данных и аналитики, необходимая для разработки, развертывания и коммерциализацииприложений Промышленного Интернета.

 Siemens – компания основана в 1847 году в Германии. Основная направленность - область электротехники, электроники, энергетического оборудования, транспорта, медицинского оборудования и светотехники, а также специализированных услуг в различных областях промышленности, транспорта. В рамках данной темы компания имеет платформу MindSphere - – открытая облачная операционная для «Интернета вещей» (IoT), которая позволяет связать оборудование и физическую инфраструктуру с цифровым миром. Это позволяет использовать большие объемы данных, поступающих от миллиардов интеллектуальных устройств.

V. Перспективы развития направления

Внедрение технологических инноваций должно привести к существенному повышению качества электроэнергии, производительности энергосистем, ускорению процессов автоматизации при одновременном сокращении затрат. Согласно полученным данных, глобальный рынок технологий Микригрид в 2015 году оценивался в 3,4 млрд долларов, в прогнозе на 2023 год – 9,8 млрд долл., а технологии на базе «умных сетей» в 2015 - 1,9 млрд. долл., в 2023 – 19,5 млрд. долл. Безусловно, направление будет развиваться, а капитализация рынка будет расти. Наиболее важными перспективами развития направления комплекса интеллектуальных систем энергоснабжения являются:

* Повышение эффективности ВИЭ и накопителей электроэнергии
* Внедрение и развитие технологий искусственного интеллекта
* Создание технологической и производственной базы в сфере интеллектуального энергоснабжения в России

Повышение КПД солнечных панелей и ветрогенераторов является важнейшей задачей ближайшей перспективы. На сегодняшний день, КПД солнечных панелей лежит в диапазоне 9-10%, КПД большинства ветрогенераторов не превышает 30%. С учетом потерь в инверторе и потерь при использовании накопителей КПД также снижается. Старение и потеря емкости аккумуляторными батареями также является острой проблемой в области микрогрид.

Темпы развития технологий искусственного интеллекта с каждым годом увеличиваются и внедрение этих технологий во все сферы жизни происходит уже сегодня. Использование распределенных систем принятия решений, нейросетей и алгоритмов обучения помогут сделать прогнозирование и управление более точным и совершенным.

Основным направлением для России в перспективе до 2030 года является создание производственной и технологической базы. На сегодняшний день, в России существуют производители аккумуляторных батарей, солнечных панелей, датчиков и контроллеров. Однако, приоритетной задачей является вывод новых и уже существующих производителей на мировой рынок.

В рамках Национальной Технологической Инициативы было сформировано направление EnergyNet (ссылка на дорожную карту). Основной целью реализации дорожной карты «EnergyNet» является достижение объемов выручки российских компаний на рынках разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики не менее 40 млрд. долл. в год, в том числе занять доли рынка на приоритетных сегментах:

* надёжные и гибкие распределительные сети – 10-12%;
* интеллектуальная распределённая энергетика – 3-6%;
* потребительские сервисы – 3-6%.

Результатом НТИEnergyNet должно стать появление и успешное развитие 3-5 российских компаний-глобальных лидеров рынка к 2035 году. Поставленные цели реализуются в том числе с помощью финансирования проектовв сфере интеллектуальной энергетики. Примером такого проекта может быть устройство «Персональный Энергоблок» () – энергоинформационное устройство потребителя электроэнергии, позволяющее обмениваться электроэнергией с другими такими же энергоблоками на основе рыночных механизмов в рамках микроэнергосистемы.



Рисунок 3 - Внешний вид энергоинформационного устройства "Персональный энергоблок"

Список используемой литературы

1. Ермоленко Б.Насколько высок техническиреализуемый потенциал ВИЭв России?/ Б. Ермоленко, Г. Ермоленко Л. Проскурякова //ТЭК России — 2017.— № 9.— С. 23.

2. Волошин А.А. Интеллектуальная системаэлектроснабжения на базеперсональных энергоблоков / А.А. Волошин, Е.А. Волошин, Е.И. Рогозинников // ЭЭПИР — 2017.— № 1.— С. 18-22.

3. Правительство утвердило правила, по которым население сможет продавать в общую сеть электроэнергию «домашней микрогенерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bigpowernews.ru/markets/document78459.phtml. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017).

4. В Париже одобрено историческое соглашение по климату[Электронный ресурс]. – Режим доступа http://tass.ru/obschestvo/2523208. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017).

5. Россия 4.0: четвертая промышленная революция как стимул глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://tass.ru/pmef-2017/articles/4277607. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017).

6. Экспертно-аналитическийдоклад. Цифровой переходв электроэнергетикероссии / под общей редакциейВ. Н. Княгинина и Д. В. Холкина // Москва — 2017

7. SolarPowerWillKillCoalFasterThanYouThink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-15/solar-power-will-kill-coal-sooner-than-you-think. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017).

8. Renewable Energy Prospects for the European Union / IRENA, 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\_REmap\_EU\_preview\_2018.pdf– Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017).

9. Электромобили: Китай оставил Германию далеко позади[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dw.com/ru/электромобили-китай-оставил-германию-далеко-позади/a-19017921 – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017).

10. GlobalStorageMarkettoDoubleSixTimesby 2030[Электронный ресурс]. – Режим доступаhttps://about.bnef.com/blog/global-storage-market-double-six-times-2030/ – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017).

11. Internet of Things and Intermachine Communication. Situation overview in Russia and Worldwide[Электронныйресурс]. – Режимдоступа http://json.tv/en/ict\_telecom\_analytics\_view/internet-of-things-and-intermachine-communication-situation-overview-in-russia-and-worldwide-2014091002201841 – Заглавиесэкрана. – (Датаобращения: 22.03.2017).

12. InternetofEnergy: как распределенная энергетика повлияет на безопасность, цены на электричество и экологию [Электронныйресурс]. – Режимдоступаhttp://www.forbes.ru/biznes/351485-internet-energy-kak-raspredelennaya-energetika-povliyaet-na-bezopasnost-ceny-na – Заглавиесэкрана. – (Датаобращения: 22.03.2017).

1. Ермоленко Б.Насколько высок технически реализуемый потенциал ВИЭ в России? / Б. Ермоленко, Г. Ермоленко Л. Проскурякова // ТЭК России — 2017.— № 9.— С. 23. [↑](#footnote-ref-2)
2. Волошин А.А. Интеллектуальная система электроснабжения на базе персональных энергоблоков / А.А. Волошин, Е.А. Волошин, Е.И. Рогозинников // ЭЭПИР — 2017.— № 1.— С. 18-22. [↑](#footnote-ref-3)
3. Правительство утвердило правила, по которым население сможет продавать в общую сеть электроэнергию «домашней микрогенерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bigpowernews.ru/markets/document78459.phtml. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017). [↑](#footnote-ref-4)
4. В Париже одобрено историческое соглашение по климату[Электронный ресурс]. – Режим доступа http://tass.ru/obschestvo/2523208. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017). [↑](#footnote-ref-5)
5. Россия 4.0: четвертая промышленная революция как стимул глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://tass.ru/pmef-2017/articles/4277607. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.03.2017). [↑](#footnote-ref-6)
6. Экспертно-аналитический доклад. Цифровой переход в электроэнергетике России / под общей редакцией В. Н. Княгинина и Д. В. Холкина // Москва — 2017 [↑](#footnote-ref-7)
7. SolarPowerWillKillCoalFasterThanYouThink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-15/solar-power-will-kill-coal-sooner-than-you-think. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-8)
8. Renewable Energy Prospects for the European Union / IRENA, 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\_REmap\_EU\_preview\_2018.pdf– Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-9)
9. Электромобили: Китай оставил Германию далеко позади[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dw.com/ru/электромобили-китай-оставил-германию-далеко-позади/a-19017921 – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-10)
10. GlobalStorageMarkettoDoubleSixTimesby 2030[Электронный ресурс]. – Режим доступа https://about.bnef.com/blog/global-storage-market-double-six-times-2030/ – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-11)
11. Internet of Things and Intermachine Communication. Situation overview in Russia and Worldwide [Электронныйресурс]. – Режимдоступа http://json.tv/en/ict\_telecom\_analytics\_view/internet-of-things-and-intermachine-communication-situation-overview-in-russia-and-worldwide-2014091002201841 – Заглавиесэкрана. – (Датаобращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-12)
12. InternetofEnergy: как распределенная энергетика повлияет на безопасность, цены на электричество и экологию [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.forbes.ru/biznes/351485-internet-energy-kak-raspredelennaya-energetika-povliyaet-na-bezopasnost-ceny-na – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.03.2017). [↑](#footnote-ref-13)