

К вопросу о содержании понятия и особенностях онтологии энергетического интернета и его правового и технологического образов

И.В. Понкин, В.П. Куприяновский, А.И. Редькина, Е.М. Семенова, Д.И. Понкин, О.В. Гринько

Аннотация – Настоящая статья посвящена исследованию понятия и особенностей воплощения «Энергетического Интернета». В статье отмечается, что понятие энергетического интернета всё более входит в обиход в рамках семантического ряда цифровой энергетики, цифровой экономики, цифрового правового пространства, промышленного интернета вещей. Статья раскрывает суть научных дискуссий вокруг понятия и онтологии энергетического интернета. Авторы показывают представленные в научной литературе подходы к определению энергетического интернета – как smart-энергосети, призванной кардинально модернизировать электроэнергетическую отрасль путем наложения цифровых коммуникаций на сеть. В статье даны объяснения концептов «Интернет вещей» (Internet of Things (IoT)), «Индустриальный Интернет вещей» (Industrial Internet of Things (IIoT)), «Умные сети» (Smart Grids). В статье сделан вывод о том, что энергетический интернет является элементом промышленного интернета вещей. В статье представлено авторское определение понятия энергетического интернета. Авторы описывают условия и предпосылки для создания энергетического интернета. В статье показаны элементы структуры

Статья получена 2 июля 2019 г.

И.В. Понкин – профессор Института государственной службы и управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, докт. юридич. наук, профессор (e-mail: i@lenta.ru)

В.П. Куприяновский – заместитель директора Национального центра компетенций в области цифровой экономики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (e-mail: vpkupriyanovsky@gmail.com)

А.И. Редькина – доцент Московского государственного юридического университета им. О.Е. Кутафина (МГЮА), канд. юридич. наук (e-mail: juriste.ap@gmail.com).

Е.М. Семенова – магистрант кафедры электроснабжения промышленных предприятий и электро-технологий Института электротехники Национального исследовательского университета «МЭИ» (Московский энергетический институт) (e-mail: manola789@ya.ru)

Д.И. Понкин – аспирант кафедры прикладной математики Института автоматики и вычислительной техники Национального исследовательского университета «МЭИ» (Московский энергетический институт). (e-mail: me@dmitryponkin.name)

О.В. Гринько - ООО "Т-Система" (email: gov@t-systema.com)

энергетического интернета. Авторы статьи обращают внимание на то, что (как и в привычном цифровом интернете) в развивающемся энергетическом интернете происходит развитие его семантической и онтологической части.

Ключевые слова — цифровая энергетика, цифровая экономика, цифровизация, цифровое пространство, цифровая формализация права, инженерное образование, энергетический интернет.

I. ВВЕДЕНИЕ

Понятие энергетического интернета (Internet of Energy, Energy Internet) всё более входит в обиход в рамках семантического ряда цифровой энергетики [1; 2], цифровой экономики, цифрового правового пространства, промышленного интернета вещей.

Первая же попытка догадки человека несведущего, звучащая в ответ на вопрос об энергетическом интернете, отсылает к обычному Интернету, но только в сфере энергетики, что, конечно, совсем не о том.

Как пишет Квийе Сан, «энергетический Интернет появляется и привлекает широкое внимание энергетических и смежных отраслей по всему миру в течение последнего времени. Люди пытаются интерпретировать это понятие с разных сторон, таких как общество, окружающая среда, экономика, технологии. Однако, каково определение энергетического интернета? Связана ли энергетическая сеть с различными типами источников энергии с энергетическим интернетом? Это сочетание энергии и Интернета? Или это сеть – просто так называемая умная сетка 2.0?» [3, с. v]

По мнению целого ряда экспертов, традиционная централизованная архитектура построения электроэнергетических систем в значительной степени уже исчерпала свой потенциал эффективности и в условиях новых вызовов, стоящих перед энергетикой в разных странах мира, не может считаться более эффективным и оптимальным вариантом устройства энергетики [4, с. 7]. Энергетическая система сегодня трансформируется фундаментальными способами и становится намного сложнее и динамичнее, и управление гибкостью, то есть использование гибких распределенных энергоресурсов на краю сети, является ключом к успеху в новом энергетическом мире [5, с. 60].

Заявляется, что интеллектуальная энергетика, организованная по модели интернета («Internet of Energy», EnergyNet, «Энерджинет»), – адекватный ответ на вызовы времени, открывающий принципиально новые возможности, как для самой сети, так и для конечных потребителей [6, с. 1].

Согласно разделу 1 части I Плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Энерджинет» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.04.2018 № 830-р), ключевыми направлениями этого Плана являются развитие и продвижение продукции и услуг в сфере надёжных и гибких распределительных сетей, распределенной энергетики (в том числе генерации), потребительских сервисов (в том числе системе сбыта и трейдинга). При этом «правовые ограничения в рамках реализации плана мероприятий "Энерджинет" состоят в отсутствии правового и технического регулирования, необходимого для правового обеспечения вывода на рынок новых продуктов и выхода на рынок субъектов новых видов предпринимательской деятельности, для реализации новых бизнес-моделей, в отсутствии норм, обеспечивающих условия для разработки и продвижения передовых технологических решений, а также применении нормативных правовых актов и документов по стандартизации, положения которых не отвечают современным научно-технологическим вызовам и приоритетам научно-технологического развития». Но этот документ не содержал дефиниций указанного понятия.

Не было никаких внятных дефиниций и объяснений и в Постановлении Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 321 (ред. от 28.03.2019) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие энергетики»».

Лишь План мероприятий («дорожная карта») «Энерджинет» Национальной технологической инициативы от 28.09.2016 (одобрена Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 28.09.2016, Протокол № 4) содержит весьма фрагментарные и поверхностные попытки что-то пояснить, интерпретируя «Интернет энергии» (Internet of Energy) как «экосистему производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией» (пункт 1.3 раздела II), а также как «рынок комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики» и «перспективный глобальный рынок оборудования, программного обеспечения, инжиниринговых и сервисных услуг для разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики» (приложение 1 названного документа).

То есть ключевое понятие так и остаётся не интерпретированным надлежащим образом и не объяснённым.

Между тем, понятие «энергетический интернет» уже плотно вошло в обиход государственного управления и государственной политики в сфере

энергетики, как в России, так и, прежде всего, за рубежом. Понятие энергетического интернета сегодня всё чаще встречается на страницах научных [5] и публицистических [7] материалов, на полях правительственных саммитов, на трибунах и в кулуарах научных форумов.

Соответственно, по-прежнему актуальна задача разработки дефиниции названного понятия.

II. СУЩЕСТВУЮЩИЕ В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА

Считается, что идея «умной энергосети» состоит в том, чтобы модернизировать электроэнергетическую отрасль путем наложения цифровых коммуникаций на сеть. Инфраструктура «умной сети» добавляет цифровую связь к электросети, чтобы она могла управлять потоком энергии для более эффективной работы и включения большего количества энергии ветра и солнца. Используется потенциал для коммуникационного оборудования в «сетях соседства»: используя датчики или встроенный маршрутизатор в подстанции, локальная утилита может отправлять информацию о спросе на электроэнергию в режиме реального времени производителям электроэнергии [7].

Эмит Нарайян, Джуди Ко и Брайан Андердэйл определяют энергетический интернет как систему, охватывающую как энергию, так и данные, протекающие по сети, и применяющую «подход интернет-стиля к управлению этой распределенной, динамической, цифровой сетью, которая включает в себя миллионы взаимосвязанных узлов, которые могут генерировать, хранить, управлять и потреблять энергию» [8, с. 5].

Департамент энергетики США дает следующее определение: «Интеллектуальная электросеть – это система доставки электроэнергии от генерирующих энергию предприятий до потребителей, интегрированная с коммуникационными и информационными технологиями и обеспечивающая улучшенную прозрачность функционирования энергосистемы, качественное обслуживание заказчиков и предоставляющая экологические преимущества» (цит. по: [9, с. 1]).

Как отмечают Брэд Типс и Джефф Тафт, «несмотря на то, что понятие интеллектуальная электросеть может толковаться по-разному, очевидно, что интеллектуальная коммуникационная сеть является основой интеллектуальной электросети. Предприятия электроэнергетики вкладывают средства в коммуникационные сети для улучшения ситуационной осведомленности о ресурсах энергосистемы с целью автоматизации, интеграции систем и управления ими. Ценность интеллектуальной энергии заключается в том, что предприятия электроэнергетики смогут "сгладить" потребность в электроэнергии в моменты максимальной нагрузки, отказаться от использования горячих резервов и снизить потребность в долгосрочных капиталовложениях в создание дополнительных генерирующих предприятий, а также сократить необходимость других инвестиций, например в

реорганизацию системы для повышения производительности... Платформу усовершенствованной энергосистемы составляют интеллектуальные элементы, находящиеся на уровне цифровых технологий, которые предприятия электроэнергетики добавляют в традиционную и современную аналоговую инфраструктуру энергетической системы» [9, с. 1].

Согласно определению Д. Холкина, И. Чаусова и И. Бурдина, «интернет энергии – архитектура (и тип) распределенной энергетики, отвечающая этим требованиям – это такая децентрализованная электроэнергетическая система, в которой реализовано интеллектуальное распределенное управление, осуществляемое за счёт энергетических транзакций между ее пользователями. Энергетическая транзакция – акт технического и экономического взаимодействия между пользователями и их оборудованием, при котором осуществляется согласованное управление параметрами работы этого оборудования, за счет чего один из пользователей приобретает некоторое полезное качество, ценность, а другой пользователь получает оплату за эту ценность. Энергетическая транзакция представляет собой единство трех взаимодействий между пользователями и их оборудованием: финансово-договорного, информационно-управляющего и физического, электрического» [4, с. 4,8].

Еще одно определение: «Энергетический интернет – открытая энергетическая платформа для преобразования устаревших энергосистем в открытые инновации и глобальные экономические двигатели, это инновационная концепция, которая меняет способы производства, распределения и потребления электроэнергии людьми» [10].

Нередко встречается краткое определение: «EnergyNet – распределённая энергетика от personal power до smart grid, smart city» [6, с. 3].

Но все эти определения страдают рядом существенных недостатков, не позволяющих в полной мере понять, уяснить на серьёзном уровне и в развёрнутой репрезентации суть субстрата этого понятия – «энергетический интернет».

III. К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Энергетический интернет – это частный случай т.н. «интернета вещей».

Не случайно иначе его ещё называют энергетическим интернетом вещей (Energy Internet of Things (eIoT)) [11, с. viii].

Согласно одному из определений, **Интернет вещей** – это концепция, основанная на создании систем, которые взаимодействуют с физическим миром, используя сетевые объекты (например, датчики, исполнительные механизмы, информационные ресурсы, люди). Интернет вещей состоит из двух основных понятий: 1) компоненты IoT соединены сетью, обеспечивающей возможность связи между многими компонентами (эта сетевая возможность может основываться или не основываться на TCP / IP); а также 2) некоторые из компонентов IoT имеют датчики и

исполнительные механизмы, которые позволяют компонентам взаимодействовать с физическим миром [12, с. 4].

Однако интернет вещей слишком многообразен и разнообразен («умный дом» тоже основан на концепте интернета вещей), чтобы можно было произвести прямое его референцирование с энергетическим интернетом. Здесь, скорее, речь должна идти о соотношении с индустриальным интернетом вещей.

Индустриальный Интернет вещей (Industrial Internet of Things (IIoT)) – это цифровой (компьютерно-программно-аппаратный) полилатеральный метод преобразования бизнес-процессов и процессов управления, бизнес-отношений и управленческих отношений, а также сопряжённая с этим методом инструментально-технологическая и логистическая цифровая платформа, интегративно обеспечивающие за счёт особенностей их онтологической природы и, чисто инструментально, за счёт применения разнообразных новейших технологий (нейротехнологий, облачных технологий, технологий блокчейна, интеграции киберфизических систем и задействования технологий искусственного интеллекта, технологий обработки больших данных, и др.) следующие преимущества (возможности) [13, с. 396–397]:

– более высококачественное (релевантное, эффективное, скоростное, расширенное) аналитическое и мониторинговое обеспечение (по значительно расширенным системам индикаторов), а также валидационное обеспечение (с большей частотой шага проверки, с существенно более релевантной и скоростной системой обратных связей), что достигается посредством высокоскоростного и мультимодального оперирования большими данными (информации, статистики, данных индикаторов и т.д.) и гетерогенными сложными потоками данных в системах IIoT в онлайн-режиме и режиме реального времени, с задействованием облачных технологий и высокоскоростных телекоммуникаций, с задействованием высокоёмкостных массивов компьютерной памяти и распределенных облачных систем хранения – для последующей аналитики, выполняемой в пакетных и многоуровневых форматах, в том числе аналитики существенно более объемных, сложных и гетерогенных пулов выборки;

– достижение, обеспечение и поддержание эффекта существенно более высокой и резильентной эмерджентности системы, причем эмерджентности динамической («интернет вещей – это не постоянная история, а история динамическая») и в условиях высоких уровней энтропийности, неопределенности;

– обеспечение существенной интенсификации плотности, упорядоченности и релевантности операционных потоков и пространств, существенно более высокой и оптимальной операционной эффективности и существенное повышение производительности за счёт применения более мощных и существенно усовершенствованных алгоритмов, повышения плотности и интенсивности интерреляций, повышения логической оптимальности, как следствие;

- обеспечение большей разумной рациональности за счет применения новейших семантических и в целом онтологизированных подходов (семантического интернета нового поколения – Semantic Web), за счет «умной стандартизации» и за счёт внедрения машинно-интерпретируемых семантических систем, интегрируемых в существующие системы;

- повышение коммерческого и производственного потенциала индустриальных активов за счёт их интеллектуализации, применения сквозного проектирования, технологий сопрягаемого и совместного использования (shared economy), оптимизирующих виртуализации производственных функций и моделирования технологических процессов;

- получение и обработка принципиально новых, ранее недоступных, данных (например, новые данные о пользователях транспортных систем) [13, с. 396–397].

Соответственно, Стиффи Махэнджи, Элисон Флинт и Амро Фарид обоснованно указывают, что энергетический интернет вещей (eIoT) был предложен в качестве одного из решений для управления энергопотреблением, это ведущая и всеобъемлющая перспектива, в которой все устройства потребляют электроэнергию с подключением к технологическому интернету и, следовательно, могут координировать свою энергию с остальной частью сети точно или аппроксимировано в режиме реального времени [11, с. xxv].

IV. АВТОРСКИЙ КОНЦЕПТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА

Согласно нашему определению, **Энергетический Интернет** – это инфраструктурная система в сфере энергетики (а также сопряжённая с нею открытая инструментально-технологическая и интеллектуально-логистическая цифровая платформа), основанная на принципах сверхдецентрализованного агрегатированного и распределённого управления и реализованная в модальностях распределённых систем (одноранговых технологических платформ) со сложной архитектурой (распределённых ресурсных (в первую очередь энергетических), индикативных и коммуникационных сетей, распределённых реестров), которых потребители электроэнергии в рамках однорангового оборота («peer-to-peer trading») амбивалентно и гибридно выступают и в других функциональных ролях акторов системы, координируя свои энергетические потоки и активы с остальной частью сети.

V. УСЛОВИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА

Обоснованно выделять следующие предпосылки для создания энергетического интернета:

- ограниченность в мире энергетических ресурсов при всё более возрастающем и всё более варьирующемся (по природе и качественным параметрам) спросе и при одновременном снижении эффективности энергетических инфраструктур, что не может не влечь необходимости поиска новых подходов к организации и управлению энергетикой;

- технологии интеллектуального управления уже не могут не применяться в энергетике, хотя бы уже потому, что их применение существенно минимизирует потери энергии при аккумулировании, преобразовании, принятии, распределении (передаче) электроэнергии;

- распределённая модальность управления ресурсами (в данном случае – энергетическими) гораздо более эффективна для масштабных плоскостных (однопорядковых) систем, нежели децентрализованная и, уж тем более, централизованная модальность;

- генезис технологий, детерминирующих возможности трансформации потребителей энергии в субъектов энергетики.

VI. СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА

Д. Холкин, И. Чаусов и И. Бурдин относят к числу необходимых и обязательных компонентов энергетического интернета:

- цифровые управляемые силовые интерфейсы – кибер-физические устройства, устанавливаемые на границах энергетических ячеек в местах их присоединения к электрическим сетями или друг к другу, объединяющие функции интерфейсов систем TE, IoT и NG, и обеспечивающие за счет этого физическую реализацию и измерительный контроль энергетических транзакций;

- платформа транзакций – цифровая среда взаимодействия аватаров друг с другом и с приложениями;

- IoT платформа – цифровая среда взаимодействия приложений, систем управления силовых интерфейсов, сенсоров и актуаторов друг с другом [4, с. 6].

VII. К ВОПРОСУ О SMART GRIDS

Именно в сетевом хозяйстве существует одно из самых развитых цифровых направлений сегодня – умные сети или Smart Grid [5, с. 63].

Как и в цифровом интернете, в развивающемся энергетическом интернете происходит развитие его семантической и онтологической части. С онтологической точки зрения сетевая энергетика и умные сети охватывают значительное число областей человеческой деятельности или доменов и это является источником размерностей и трудностей. Как правило, в этих доменах имеется свои онтологии и соответствующие таксономии, которые необходимо выровнять и нормализовать. Поэтому вместе с приятным международным стандартом IEC 61850 (раздел 3.3) модель общей информационной модели (CIM) является одним из основных стандартов Smart Grid, используемых сегодня. Модель CIM – это онтологическая модель, которая позволяет осуществлять обмен информацией о электрической сети между различными программными приложениями и разных доменов [14].

На рис. 1 объясняются отношения CIM с IEC 61850 и другие стандарты, применяемые в Smart Grids.

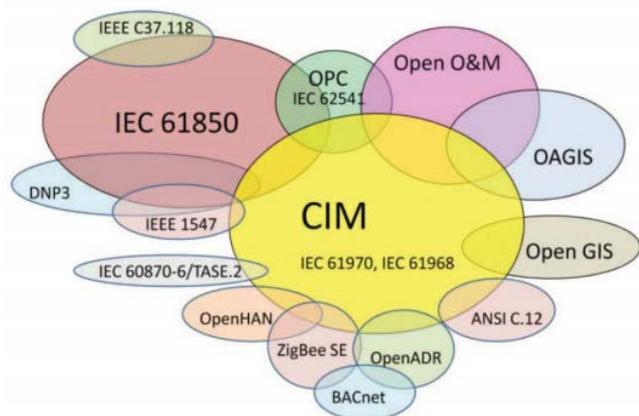


Рис. 1. Связь между применяемыми стандартами в Smart Grids [14, с. 19]

Модель CIM была разработана индустрией электроэнергетики, а затем она была официально принята Международной электротехнической комиссией (МЭК или IEC – в деятельности которой Россия участвует). Начало этой модели планировалось с целью разработки общей сетевой модели энергосистемы, чтобы иметь общую основу для обмена информацией. В настоящее время этот стандарт был принят основной частью поставщиков, чтобы обеспечить обмен информацией между различными устройствами, и расширяется для покрытия задач, связанных с электроэнергетикой, таких как счетчики клиентов, планирование работы и отслеживания состояния активов. Ядро модели CIM в основном состоит из стандартов IEC 61970-301 [15] и IEC 61968-11 [16]. IEC 61970-301 описывает компоненты мощности системы на электрическом уровне и отношения между ними, а IEC 61968-11 определяет семантику других аспектов обмена данными программного обеспечения энергосистемы, таких как планирование работы или выставление счетов клиентам. Поскольку CIM является онтологической моделью, она должна иметь дело с обменом информацией с помощью всех типов систем, таких как ГИС (Географические информационные системы), CSS (Система поддержки клиентов) или ERP (Enterprise-Resource Planning). С этой целью CIM охватывает 53 пакета UML (унифицированный язык моделирования), содержащие приблизительно 820 классов с более чем 8500 атрибутами. Кроме того, так как существуют разные сериализации, такие как XML и XML-схема для создания собственных сообщений EAI на основе CIM есть возможность использовать предопределенные сообщения, созданные IEC. В случае моделирования графов силовых энергетических сетей, модель CIM снабжена сериализацией RDF и RDF схемами, а также сериализации CIM OWL (онтологический веб-язык). Благодаря расширенному использованию модели CIM, она считается одним из крупнейших стандартизированных доменов онтологий в сочетании с МЭК 61850. Нынешние усилия рабочих групп по стандартизации имеют целью согласование двух основных онтологий, применяемых в областях Smart Grids. Общая информационная модель является одним из основных стандартов для Smart Grid цифровой энергетики или энергетического интернета, и она

должен служить основой для специальных информационных моделей, которая добавит определенные функции, чтобы подчеркнуть фокус приложения на реагировании на спрос, гибкости энергопотребления и комфортной балансировки в домах или в зданиях, при обеспечении соответствия требованиям IEC 61970/61968 в российских условиях применения этой общей онтологической стандартизации. Несомненно, что указанные и иные стандарты МЭК так же должны рассматриваться и учитываться в этом процессе [14, с. 17 и др.].

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующая сетевая конструкция неспособна удовлетворить спрос на продвижение преобразования энергии между различными видами энергии и улучшения эффективности использования энергии, хотя энергия является материальной основой современного социально-экономического развития. Появление энергетического интернета, который является ключом к третьей промышленной революции, способно стимулировать энергетический переход. В настоящее время поощрение развития энергетического интернета является эффективным методом постепенной замены ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии, изменения структуры энергии на низкоуглеродную экономику и создания зеленой устойчивой системы использования энергии [3, с. 1 и 4–5].

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Климов А.А., Куприяновский В.П., Понкин И.В., Король М.Г., Акимов А.В. Из истории цифровой энергетики ЕС или энергопотребление близкое к нулю – переход нормативных решений ЕС к онтологиям энергетики, BIM и зданий // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 6. – С. 86–93.
- [2] Понкин И.В., Куприяновский В.П., Семенова Е.М., Понкин Д.И., Редькина А.И. К вопросу о содержании понятия и особенностях онтологии цифровой энергетики и её правового образа // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 5. – С. 66–74.
- [3] Sun Q. Energy Internet and We-Energy. – Springer: Springer Nature Singapore, 2019. – xiv; 325 p.
- [4] Холкин Д., Чаусов И., Бурдин И. Архитектура Интернета энергии (Internet of Distributed Energy Architecture) / White Paper 2018 // <https://energynet.ru/upload/White_paper_Архитектура_Интернета.pdf>. – 47 с.
- [5] Куприяновский В.П., Конев А.В., Гринько О.В., Покусаев О.Н., Намиот Д.Е. На пути к энергетическому Интернету: новые регуляции, бизнес модели, экономические и технические предпосылки // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 3. – С. 60–70.
- [6] Энерджинет. Национальная технологическая инициатива. Новые возможности энергетики будущего // <<https://energynet.ru/upload/Буклет%20Энерджинет.pdf>>. – 12 с.

- [7] *Lamonica M.* Cisco: Smart grid will eclipse size of Internet // <<https://www.cnet.com/news/cisco-smart-grid-will-eclipse-size-of-internet/>>. – 18.03.2009.
- [8] *Narayan A., Ko J., Underdahl B.* Flexibility at Grid Edge For Dummies. AutoGrid Special Edition. – Hoboken (NJ, USA): John Wiley & Sons, 2017.
- [9] *Tunc B., Тафт Д.* Концепция Cisco Smart Grid: Решения по автоматизации подстанций для диспетчерских служб // <https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/downloads/broch/konceptcija_smartgrid.pdf>.
- [10] The Energy Internet: An Open Energy Platform to Transform Legacy Power Systems into Open Innovation and Global Economic Engines / Editors: Wencong Su, Alex Huang. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.
- [11] *Muhanji S.O., Flint A.E., Farid A.M.* eIoT: The Development of the Energy Internet of Things in Energy Infrastructure. – Cham (Switzerland): Springer, 2019. – xxviii; 160 p.
- [12] Draft NISTIR 8200. Interagency Report on Status of International Cybersecurity Standardization for the Internet of Things (IoT) / Editors: Mike Hogan and Ben Piccarreta / Prepared by the Interagency International Cybersecurity Standardization Working Group; National Institute of Standards and Technology Interagency Report, February 2018. – Gaithersburg (MD, USA): U.S. Department of Commerce, 2018. – 187 p.
- [13] *Redkina A.I., Ponkin I.V., Markhgeym M.V., Novikova A.E., Tonkov E.E.* Industrial Internet of Things: concept and legal consciousness, meaning for Industry 4.0 // Revista inclusions. – 2019, abril/junio. – Vol. 6. – Número especial. – P. 385–391.
- [14] HOLISDER. Integrating Real-Intelligence in Energy Management Systems enabling Holistic Demand Response Optimization in Buildings and Districts. D4.1: Analysis of EU-wide interoperability standards and data models and harmonization requirements, 31.03.2018 // <http://holisder.eu/reports/HOLISDER_D4.1_Analysis_of_EU-wide_interoperability_standards_and_data_models_and_harmonization_requirements.pdf>.
- [15] IEC (2016), IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base // <<https://webstore.iec.ch/publication/31356>>.
- [16] IEC (2013), IEC 61968-11: Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management – Part 11: Common information model (CIM) extensions for distribution // <<https://webstore.iec.ch/publication/6199>>.

To the question of the content of the concept and of ontology of the Energy Internet and of its legal and technological image

Igor Ponkin, Vasily Kupriyanovsky, Alena Redkina, Ekaterina Semenova, Dmitry Ponkin, Oleg Grinko

Abstract – This article is devoted to the study of the concept of Energy Internet. The article notes that the concept of the energy Internet is increasingly being used in the framework of the semantic series of the digital energy, digital economy, digital legal space, industrial Internet of things.

The article reveals the essence of scientific discussions around the concept and ontology of the energy Internet.

The authors show the approaches presented in the scientific literature to the definition of the energy Internet - as a smart grid, designed to drastically modernize the electricity industry by imposing digital communications on the network. The article explains the concepts of “Internet of Things” (IoT), “Industrial Internet of Things” (IIoT), Smart Grids.

The article concluded that the energy Internet is an element of the industrial Internet of things. The article presents the author's definition of the concept of the energy of the Internet. The authors describe the conditions and prerequisites for the creation of the energy of the Internet. The article shows the elements of the structure of the energy Internet.

The authors draw attention to the fact that (as in the Digital Internet) in the developing of the Energy Internet, its semantic and ontological part is developing.

Keywords – digital energy, digital economy, digitalization, digital space, digital formalization of law, engineering education, Energy Internet.

REFERENCES

- [1] Klimov A.A., Kupriyanovskii V.P., Ponkin I.V., Korol' M.G., Akimov A.V. Iz istorii tsifrovoi energetiki ES ili energopotreblenie blizkoe k nuliu – perekhod normativnykh reshenii ES k ontologii energetiki, BIM i zdanii // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 6. – P. 86–93.
- [2] Ponkin I.V., Kupriyanovskii V.P., Semenova E.M., Ponkin D.I., Redkina A.I. K voprosu o sodержanii poniatii i osobennostiakh ontologii tsifrovoi energetiki i ee pravovogo obraza // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 5. – P. 66–74.
- [3] Sun Q. Energy Internet and We-Energy. – Springer: Springer Nature Singapore, 2019. – xiv; 325 p.
- [4] Kholkin D., Chausov I., Burdin I. Arkhitektura Interneta energii (Internet of Distributed Energy Architecture) / White Paper 2018 // <https://energynet.ru/upload/White_paper_Arhitektur_a_Interneta.pdf>. – 47 p.
- [5] Kupriyanovskii V.P., Konev A.V., Grin'ko O.V., Pokusaev O.N., Namiot D.E. Na puti k energeticheskomu Internetu: novye reguliatsii, biznes modeli, ekonomicheskie i tekhnicheskie predposylki // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7. – № 3. – P. 60–70.
- [6] Enerdzhinnet. Natsional'naia tekhnologicheskaiia initsiativa. Novye vozmozhnosti energetiki budushchego // <<https://energynet.ru/upload/Буклет%20Энерджинет.pdf>>. – 12 p.
- [7] Lamonica M. Cisco: Smart grid will eclipse size of Internet // <<https://www.cnet.com/news/cisco-smart-grid-will-eclipse-size-of-internet/>>. – 18.03.2009.
- [8] Narayan A., Ko J., Underdahl B. Flexibility at Grid Edge For Dummies. AutoGrid Special Edition. – Hoboken (NJ, USA): John Wiley & Sons, 2017.
- [9] Tips B., Taft D. Kontsepsiia Cisco Smart Grid: Resheniia po avtomatizatsii podstantsii dlia dispatcherskikh sluzhb // <https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/downloads/broch/koncepcija_smartgrid.pdf>.
- [10] The Energy Internet: An Open Energy Platform to Transform Legacy Power Systems into Open Innovation and Global Economic Engines / Editors: Wencong Su, Alex Huang. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.
- [11] Muhanji S.O., Flint A.E., Farid A.M. eIoT: The Development of the Energy Internet of Things in Energy Infrastructure. – Cham (Switzerland): Springer, 2019. – xxviii; 160 p.
- [12] Draft NISTIR 8200. Interagency Report on Status of International Cybersecurity Standardization for the Internet of Things (IoT) / Editors: Mike Hogan and Ben Piccarreta / Prepared by the Interagency International Cybersecurity Standardization Working Group; National Institute of Standards and Technology Interagency Report, February 2018. – Gaithersburg (MD, USA): U.S. Department of Commerce, 2018. – 187 p.
- [13] Redkina A.I., Ponkin I.V., Markhgeym M.V., Novikova A.E., Tonkov E.E. Industrial Internet of Things: concept and legal consciousness, meaning for Industry 4.0 // Revista inclusions. – 2019, abril/junio. – Vol. 6. – Número especial. – P. 385–391.
- [14] HOLISDER. Integrating Real-Intelligence in Energy Management Systems enabling Holistic Demand Response Optimization in Buildings and Districts. D4.1: Analysis of EU-wide interoperability standards and data models and harmonization requirements, 31.03.2018 // <http://holisder.eu/reports/HOLISDER_D4.1_Analysis_of_EU-wide_interoperability_standards_and_data_models_and_harmonization_requirements.pdf>.
- [15] IEC (2016), IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base // <<https://webstore.iec.ch/publication/31356>>.
- [16] IEC (2013), IEC 61968-11: Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management – Part 11: Common information model (CIM) extensions for distribution // <<https://webstore.iec.ch/publication/6199>>.