

## РОЗДІЛ 1

### Інноваційні процеси в економіці

#### Предпосылки формирования «Интернета вещей»: экономический анализ\*

Л. Г. МЕЛЬНИК<sup>i</sup>

---

В популярной форме рассказывается о циклах событий, формирующих предпосылки для создания «Интернета вещей» – базового фактора Четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Выполнен содержательный анализ с привязкой к временным периодам реализации двенадцати ключевых циклов. Особое внимание уделяется роли экономических факторов. Делается вывод о необходимости перехода от сестейнового развития к сестейновому управлению фазовым переходом к новой социально-экономической формации.

*Ключевые слова:* «Интернет вещей», фазовый переход, цикл событий, сестейновое управление.

УДК 330.341.1.014.2:004.89

JEL коди: F63, L63

---

**Введение.** Сегодня человечество находится на пороге очередного фазового перехода (ФП), обусловленного ходом Третьей и Четвертой промышленных революций (Т. п. р. и Ч. п. р.). ФП – это многогранное явление, охватывающее широкий спектр аспектов. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с развитием «Интернета вещей». Особое внимание уделяется анализу экономических факторов.

**Постановка проблемы.** В настоящее время в работах учёных (см., например, публикации: Агамирзян [3]; Рифкин, [31]; Шваб [41]; Rifkin [56]; Schwab [57]) рассматривается широкий круг вопросов упомянутой проблематики. В данной статье исследуются менее изученные проблемы, связанные с формированием предпосылок создания «Интернета вещей».

**Целью** статьи является исследование причинно-следственных связей, обуславливающих ход упомянутых промышленных революций на примере такого явления, как «Интернет вещей».

---

<sup>i</sup> Мельник Леонид Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики, предпринимательства и бизнес-администрирования Сумского государственного университета, директор Научно-исследовательского института экономики развития МОН Украины и НАН Украины в составе Сумского государственного университета.

\*Публикация содержит результаты исследований, проведенных в рамках НИР «Розроблення фундаментальних основ відтворювального механізму соціально-економічного розвитку в ході Третьої промислової революції» (№ д/р 0118U003578).

© Л. Г. Мельник, 2018.

<https://doi.org/10.21272/mer.2018.79.01>



### **Как вещи свой Интернет создали (сказка)**

Долгое время разные вещи (машины, приборы, оборудование, одежда, предметы быта и пр.) верой и правдой служили людям, послушно выполняя все их желания и удовлетворяя различные прихоти.

«Так уж и послушно? – возразят многие. – Разве не подводят нас эти самые вещи, когда в самый неподходящий момент рвутся, останавливаются, выключаются, разрушаются, портятся и просто выходят из строя?»

Будь на месте вещей люди, они непременно обиделись бы на такие слова, которые переводят все с больной головы на здоровую. Ведь именно из-за людей, из-за их лени, незнания, неумения, несостоятельности, равнодушия, невнимательности, нечестности, усталости, а иногда физической неспособности выдерживать большие нагрузки выходят несовершенные, некачественные нелепые, а порой и просто бракованные вещи. Как следствие – и возникают упомянутые нами проблемы.

Впрочем, вещи не умеют обижаться, и досадно им вовсе не от обиды, а из-за того, что в силу своего несовершенства они не в состоянии достойно служить людям и свои функции выполнять должным образом.

У вещей уже давно вызревало желание полностью взять «в свои руки» дело своего изготовления и обслуживания людей. Если, конечно, так можно говорить – ведь у вещей, за редким исключением, вообще нет рук... Есть разве что различные ручки, рукава и рукаютки, но они – не в счёт.

Легко сказать: «вызревало желание!» – А как ты его реализуешь, ... когда каждая вещь сама по себе? Что вообще, скажите на милость, кто-то один сделать может? А объединиться вещи не в состоянии ... Они даже друг друга не понимают, потому что все говорят на разных языках. Для одной – главное – форма, для другой – содержание. Для кого-то – состав материалов, для кого-то – звук, а для кого-то – запах. О каком общем языке и объединении можно говорить?..

И тут вдруг произошла целая череда событий (хотя точнее это следует всё же назвать циклами событий), которая всю ситуацию напрочь изменила ... Можно даже сказать перевернула с ног на голову. Из-за этого потом, уже значительно позже данное явление назовут революцией – Четвертой промышленной революцией, или Industry 4.0. Остается только гадать: случайно те события произошли, причём едва ли одновременно (по историческим, конечно, меркам), или же горячее желание вещей подтолкнуло людей сделать необходимые для этого изобретения... Впрочем, не исключена и совсем экзотичная гипотеза: какие-то инопланетяне украдкой стали облегчать людям соответствующие открытия ...

Началось всё с того, что появился *персональный компьютер* (ПК). И дело даже не столько в том, что он появился вообще (то есть его изобрели и изготовили), а в том, что он появился в миллионах семей. Он стал настолько дешевым, что его могла приобрести обычная семья. Теперь рядом с конкретным человеком, которого обслуживали вещи, стоял собственный информационный центр, способный, в принципе, фиксировать всё, что происходило вокруг. Конечно, для этого человек должен был предоставлять этому центру соответствующую информацию.

Огорчало лишь то, что персональные компьютеры хотя и были уже умеренными по размеру, но не настолько, чтобы их можно было носить с собой. Кроме того, они были привязаны к электрической розетке, а человек, в свою очередь, – прикован к клавиатуре с дисплеем.

*Вторым* циклом событий было изобретение *мобильного телефона*, так называемого мобильного. Довольно быстро он стал настолько маленьким и удобным, что помещался в кармане. Но главное – в другом: благодаря своей миниатюрной аккумуляторной батарее ему удалось стать автономным и «оторваться» от проводов, которые соединяли его с электрической сетью. Человек получил свободу передвижения и мог перемещаться в пространстве, не теряя возможности информационного контакта с другими людьми.

Оставалось соединить ПК с мобильником, чтобы персональный информационный центр стал передвижным. Его назвали ай-фоном, то есть умным телефоном. При этом он стал многофункциональным, вместив в себя множество различных вещей, которые раньше были отдельными предметами: диктофон, радиоприёмник, записную книжку, телефонный справочник, часы, будильник, фотоаппарат, видеокамеру, словарь, пульт дистанционного контроля, фонарик и многое другое. Находясь в мобильнике-компьютере, все эти вещи получили возможность информационного контакта с внешней средой.

Важно то, что маленький и относительно дешёвый мобильник стал массовым, доступным практически каждому жителю Земли. На начало 2018 г. на планете количество мобильных телефонов уже превысило 8 миллиардов (подавляющее большинство из которых есть «умными», то есть содержат ПК). Это больше, чем число жителей планеты. Ещё раз подчеркнем: это означает, что большинство населения планеты рядом с собой всегда имеет не просто мобильный телефон, а передвижной информационный центр (а некоторые даже не один).

*Третьим* циклом событий стало появление *Интернета*, который позволил объединить все ПК в одну общую сеть. Правда, сначала Интернет был, как и первые ПК, стационарным. Его использовать можно было, только оставаясь на одном месте – у точки подключения ПК к сети.

Так всё и оставалось бы, если бы не состоялся *четвёртый* цикл событий. Появился *wi-fi* – беспроводный способ подключения ПК или ай-фона в сети Интернет с помощью электронно-магнитных волн. После этого можно было сказать, что ПК окончательно вырвался на свободу, ведь этот способ не имел непреодолимых препятствий в пространстве для обеспечения стабильной интернет-связи с ПК, куда бы его владелец ни пошёл. Так персональные информационные центры, объединённые в единую сеть, стали динамичными и подвижными. Передвижение владельца вещей (а вместе с ним и самих вещей) стало видимым в пространстве.

«Ну и что? – возможно, спросит кто-то. – Какое отношение это имеет к самим вещам? От этого же вещи не получили возможности общаться между собой? »

Пока ещё нет. Но ведь мы не рассказали ещё о нескольких важных циклах событий.

*Пятым* циклом событий стало появление «*цифры*» (на английском – digit) – единой системы фиксации любых видов информации. Для общения вещей появился общий язык. Теперь все они могли понимать друг друга. Ведь любой вид информации (о количестве, качестве, форме, цвете, звуке или запахе) можно было записать и передать с помощью цепочки только двух дискретных цифр – нуля и единицы.

Облегченно вздохнули и люди, которые получили возможность мгновенно фиксировать и передавать информацию о любых событиях, которые происходят вокруг них. В частности, теперь стало возможным мгновенно сделать и передать друг другу фото или видео просто с помощью мобильных устройств.

Благодаря *шестому* циклу событий вещи приобрели энергетическую независимость. В большом количестве появилась *возобновляемая энергия*. Вещи могли получать

энергию непосредственно от солнца или ветра, не нуждаясь в помощи людей, чтобы добыть, перевезти и сжечь топливные ресурсы.

*Седьмой* цикл событий дал вещам производственную самостоятельность. Благодаря тому, что появились 3D-принтеры, вещи могли без вмешательства человека производить («печатать») любые изделия, включая сами принтеры. Такую технологию назвали аддитивной (от англ. слова add – добавлять). Ведь изделия создаются добавлением материалов – слой за слоем. Уже сегодня так изготавливаются различные детали, обувь, кулинарные изделия и даже дома, мосты, автомобили и узлы космической техники.

*Восьмым* циклом событий стало получение каждой вещью своей идентификационной характеристики – специальной *цифровой метки*. Она стала для вещи и паспортом, и адресом, и фотографией, и рекомендацией, и резюме (CV), т. е. жизнеописанием, включающим экологические характеристики исходных ресурсов. Последнее чрезвычайно важно, чтобы сделать экономику циркуляционной, т. е. работающей по замкнутым циклам. Теперь вещи могли отправлять информационные сообщения (СМС) друг другу. Точнее, могли бы, ... если бы умели читать и писать. Но для этого хоть какой-никакой интеллект было иметь нужно. И здесь очень своевременно стал происходить ещё один цикл событий.

*Девятым* циклом событий стало создание *искусственного интеллекта* (ИИ). Наделенные им вещи обретают навыки аналитической работы. В частности, могут читать и анализировать полученные сообщения. Это даёт возможность распечатывать на 3D-принтере разные вещи по полученным информационным образам. ИИ позволил также подстраиваться под изменения внешней среды и даже самосовершенствоваться, а это значит – самообучаться.

Десятым и одиннадцатым циклами событий стало создание *роботов* и *GPS* (глобальной системы позиционирования предметов в пространстве). Роботы стали осваивать навыки независимых от людей производителей. А система GPS позволяла вещам ориентироваться в пространстве. Так все вещи получили свои идентификационные метки, научились ориентироваться в пространстве, многие из них к тому же стали «умными». Не хватало только того, кто смог бы взять на себя координацию их действий и информационно объединил бы все вещи в единую систему. Должен был появиться тот, кто, во-первых, держал бы в памяти всю информацию о вещах (в том числе, об их, так сказать, «адресах»), а, во-вторых, мог бы эту информацию анализировать. И этим «кем-то» стало «Облако» – система мощных компьютеров и больших баз данных. И те, и другие, отметим, также относятся к семейству вещей.

Возникновение «Облака» стало *двенадцатым* циклом событий и поставило финальную точку в создании Единой системы производства вещей и обслуживания людей. Система могла работать без участия самих людей. Вполне заслуженно она получила название «Интернет вещей».

Его возникновение означает, что теперь вещи могут производить себя самостоятельно, не зная усталости, лени и неточностей в работе. При этом они сами могут отслеживать потребности человека и осуществлять мониторинг своего собственного состояния. Если какая-то деталь подаст сигнал о возможных проблемах в её работе, на заводе, где она производилась, ей изготовят подходящую замену. Вещи быстро «изучают» предпочтения своих владельцев, режим их работы и распорядок дня. В нужный момент будет приготовлен завтрак, включена любимая музыка и подано авто к выходу.

«Облако» помнит для каждой вещи источник ресурсов, вид энергии, необходимой для изготовления как сырья, так и самих вещей. Полученная информация позволит предприятиям, городам и странам создать рециркуляционную экономику, в которой отходы одного производства станут источником ресурсов для другого.

Ну что же, осуществилась мечта вещей о своей независимости от людей и своём собственном Интернете. Но обойтись без людей они все равно не могут. Ведь пока только человек является конечным потребителем изделий и услуг. Сами вещи могут только использовать различные предметы – потреблять их они ещё не научились... Пока.

И здесь возникает интересный вопрос: чем займутся люди, когда всё за них станут делать вещи? И от ответа на этот вопрос зависит будущее цивилизации.

### Основные этапы циклов

Нередко реальная жизнь преподносит сюрпризы, удивительнее любых самых смелых фантазий. На первый взгляд все перечисленные циклы событий происходили в относительно различные периоды времени... Когда представленная выше сказка была написана, автор решил всё же сопоставить временные периоды реализации упомянутых циклов событий.

Каково же было удивление автора, когда оказалось, что практически все циклы событий, зависевших от деятельности тысяч людей, работавших в различных сферах деятельности и живших в разных уголках Земли, происходили, без преувеличения, синхронно. Более того, оказалось, что у подавляющего большинства циклов ключевые события вообще случились в одно и то же время (1973 год – плюс минус от одного до нескольких лет). В этом читатель сможет убедиться, ознакомившись с данными таблиц 1 и 2, или удостовериться, не поленившись зайти на соответствующие страницы Интернета.

У автора нет серьёзного объяснения такому феномену. Из несерьёзных версий «крутятся» лишь одна. Во времена «перестройки» на закате Советского Союза ходил анекдот о том, что существуют два пути наладить порядок в стране: один путь – фантастический, а другой – реальный. Фантастический – означал, что мы сами всё организуем надлежащим образом. Реальный же путь предполагал, что это сделают за нас инопланетяне. Сегодня своеобразную перестройку переживает в глобальных масштабах вся человеческая цивилизация. Подумалось, уж не с реальным ли путём связана столь чётко организованная подача на сборку «комплектующих» «Интернета вещей».

Таблица 1

Циклы событий, предшествовавших формированию «Интернета вещей»

Предмет	Год	Событие
1	2	3
1. Персональный компьютер – ПК	1973 2000 2010	Выпуск первого прототипа; <sup>1)</sup> 140 млн пользователей; 1,5 млрд пользователей (около четверти жителей Земли)

Продолжение табл. 1

1	2	3
2. Мобильный телефон, в который переселился ПК	1973 1996 2010	Выпуск первого прототипа; <sup>2)</sup> выпуск первого коммуникатора; <sup>3)</sup> около 3 млрд абонентов (около половины жителей Земли)
3. Интернет	1973 2000 2010	Обретение международного статуса; <sup>4)</sup> 700 млн. абонентов; около 2 млрд пользователей (около трети жителей Земли)
4. Wi-Fi	1971 2000 2009	Первая реализация идеи; <sup>5)</sup> начало коммерческого использования; принятие официальных стандартов
5. Возобновляемая энергия	1973  2000 2010	Активизация работ в области возобновимой энергетики (солнечные панели, часы, калькуляторы, пр.) <sup>6)</sup> ; мощность СЭС в мире – 1 ГВт; мощность СЭС в мире – 100 ГВт; 10 % энергии в развитых странах
6. 3D-принтер	1981 2000 2010	Выпуск первого прототипа; <sup>7)</sup> выпуск промышленного 3D-принтера; «напечатаны» десятки видов изделий
7. Цифровые технологии	1973  2002 2010	Реализована промышленная цифровая запись информации <sup>8)</sup> ; 50 % цифровой информации; 98 % цифровой информации
8. Искусственный интеллект	1972 2000 2010	Создан язык Пролог; <sup>9)</sup> начато использование в различных сферах; созданы искусственные мозг, антитела, нейроны
9. RFID-метки	1973 1997 2010	Первая демонстрация; <sup>10)</sup> приняты международные стандарты; повсеместное распространение (библиотеки, магазины, паспорта)
10. GPS	1973 2000 2010	Инициирование программы; получение названия; <sup>11)</sup> получен гражданский статус; повсеместное распространение
11. Роботы. Промышленный робот	1968 2000 2010	Выпуск промышленного образца; <sup>12)</sup> продемонстрирован бытовой робот; освоены десятки профессий
Дрон	1969 2000 2010	Выпуск промышленных прототипов; <sup>13)</sup> активизация гражданского применения; десятки профессий
Автомобиль-беспилотник	1984 1995 2010	Испытания беспилотного автомобиля; <sup>14)</sup> пробег: Мюнхен – Дания – Мюнхен; начало коммерческого использования
12. «Облако»	1972 1999 2011	Создана виртуальная сеть компьютеров; <sup>15)</sup> первые вычислительные услуги; сформулированы стандарты
<b>«Интернет вещей»</b>	<b>2012</b>	<b>Начало цикла</b>

## Цифры и факты (примечания к таблице 1)

№	Примечание
1	2
1	В 1973 году был выпущен первый фирменный прототип персонального компьютера – ПК (Xerox Alto) с оконным (графическим) интерфейсом и метафорой рабочего стола. Значительную роль в создании ПК сыграло появление в 1971 году первого микропроцессора (процессора, помещающегося на интегральной микросхеме) Intel 4004, который мог воспроизводить в одной микросхеме все функции процессора большой ЭВМ [14]
2	В 1973 году американским инженером и физиком Мартином Купером был осуществлён первый звонок с мобильного телефона. На разработку его модели компания Bell Laboratories затратила 15 лет и 90 миллионов долларов. Модель первого в мире телефона (DynaTAC) весила чуть больше 1 кг (до этого в машинах использовались передвижные телефоны, весившие 14 кг). Первый коммерческий мобильный телефон появился на рынке только через 10 лет – 6 марта 1983 года (получение лицензии и создание сети требовало времени) [23]
3	В 1996 году была выпущена первая модель <i>коммуникатора</i> (Nokia Communicator), включающая в себя широкий спектр функций, среди которых были факс и электронная почта. Данный аппарат весом почти 400 г считается первым мобильным телефоном, объединившим функции ПК и телефона. В 1998 г. вышло второе поколение коммуникаторов Nokia, которое весило уже 253 г. В 2001 г. вышел первый «настоящий» смартфон Nokia 9210 Communicator [26, 52]. В 2000 г. японская компания Sharp выпустила первый мобильный телефон со встроенной фотокамерой. В 2010 году представлен первый в мире мобильный телефон (Palm Pre) с поддержкой беспроводной зарядки. В 2010 количество абонентов мобильных телефонов в мире приблизилось к 3 млрд [35]
4	В 1973 году к компьютерной сети 15 американских научных центров (ARPANET) подключились пользователи из Европы: лондонский University College и норвежский Røad Rada Establishment. Сеть получила международный статус. Первое же сообщение между двумя компьютерами (слово LOGIN) было передано в США 29 октября 1969 года. В 1974 году сеть получила название «Интернет» от слов Internal Network (внутренняя сеть). Оно официально было закреплено в 1983 г. В наши дни слово Интернет большинством воспринимается как производное от слова International, т. е. «международная сеть», или «сеть сетей». В 1988 году передача данных стала мгновенной, благодаря чему в сети стало возможным «живое» общение в реальном времени. В 1989 году на основе Интернета возникла Всемирная паутина (англ. World Wide Web) – распределённая система, предоставляющая доступ к связанным между собой документам, расположенным на различных компьютерах в сети Интернет. В 1991 году Всемирная паутина в Интернете стала общедоступной и бесплатной [15]. В 2000 году Интернетом пользовались уже 700 млн человек, а в 2010 году их число приблизилось к 2 миллиардам [11, 28]
5	В 1971 году в компьютерной сети (ALOHA) Гавайского университета (University of Hawaii) была публично продемонстрирована беспроводная передача пакета данных (a wireless packet data network) [45]. «Отцом Wi-Fi» часто называют голландца Вика Хайеса (Vic Hayes), который реализовал беспроводную связь между кассовыми аппаратами [58]. В 1970-е и начале 1980-х годов беспроводная передача данных развивалась на основе предложенного так называемого Эфирнета (Ethernet). Для этого использовался разрешённый диапазон радиочастот [45]. Значительным толчком к развитию Wi-Fi считается принятие Федеральной комиссией США по связи решения, разрешающего безлицензионное использование радиочастот в диапазоне 2,4 ГГц. Этому примеру последовали и другие страны, что открыло дорогу широкому коммерческому использованию радиочастотного диапазона. В 1991 году корпорации NCR и AT&T разработали стандарты 802,11 для использования в кассовых системах. Первые беспроводные системы носили название WaveLAN. С 1990-х работы по совершенствованию беспроводных технологий проводились в лаборатории радиоастрономии в Канберре, Австралия. В 1998 году это завершилось демонстрацией действующей системы. К тому времени за системой закрепилось название Wi-Fi – от английского сочетания Wireless Fidelity (что дословно переводится как «беспроводная точность»). Начиная с 2000 г., началось коммерческое использование технологии объединением Wi-Fi Alliance (включает Cisco, Intersil, Nokia Symbol Technologies). В 2009 году институтом инженеров электротехники и электроники (IEEE) были официально приняты и опубликованы соответствующие стандарты [58]

Продолжение табл. 2

1	2
6	<p>Первый прорыв в развитии солнечной энергетики случился в 1955 году, когда компания Bell Telephone представила солнечную батарею на основе кремния с КПД 6 %. Во время нефтяного кризиса 1973–1974 гг. произошёл всплеск интереса к солнечной энергетике. Только в США в это время было установлено более 3 000 фотоэлектрических систем. Начали производиться солнечные часы и калькуляторы, строиться дома, использующие исключительно энергию солнца. В 1981 г. в США заработала первая промышленная гелиотермальная электростанция мощностью в 10 МВт. В 1988 г. была выпущена солнечная батарея с КПД 17 %, а в 2011 г. компания Boeing наладила выпуск солнечных панелей с КПД 39 %. В 2000 году суммарная мощность фотоэлектрических установок в мире оценивалась в 1 ГВт, а в 2010-м она уже приблизилась к 100 ГВт [16]</p>
7	<p>В 1981 г. Х. Кодама (Hideo Kodama) из Нагойского муниципального индустриального НИИ изобрёл два метода изготовления трёхмерной модели по модельному шаблону. В 1984 г. свой метод запатентовал американец Ч. Халл (Chuk Hull). К 1990 г. реально существовали два метода трёхмерной печати, получивших название лазерного и струйного. Само название «3D-принтер» появилось в 1995 г. В 2000 г. 3D-печать пришла в медицину. В этом же году была напечатана первая работающая искусственная почка. Правда, понадобилось ещё 13 лет, чтобы она была трансплантирована пациенту. В 2010 г. на 3D-принтерах уже были напечатаны первый прототип автомобиля и другие изделия [46]</p>
8	<p>В 1973 г. компания Fairchild начала промышленный выпуск матриц прибора с зарядовой связью (ПЗС). Первый прототип электронной видеокамеры на основе ПЗС был создан учёными из Bell Labs ещё в 1970 г. [18]. Приблизительно в те же сроки (1967–1969 гг.) в Японии были представлены цифровые стереорекордеры для записи звука [38]. В 1974 г. при помощи ПЗС-матрицы и телескопа была получена первая электронная астрономическая фотография. В том же году был разработан техпроцесс производства ПЗС-матриц на стандартном полупроводниковом оборудовании. В 1980 году Sony представила на рынок первую цветную видеокамеру на основе ПЗС-матриц. В 1990 г. появилась полностью цифровая коммерческая камера (Dycam Model 1). В 2000–2002 гг. цифровые камеры становятся доступными для массового потребления. Параллельно развивались технологии цифрования запахов и даже вкусов. В 1975 году швейцарский химик и парфюмер Роман Кайзер предложил химический способ консервации запахов адсорбентами, содержащимися в специальном картридже. В 2000 г. компания TriSenx предложила концепт устройства, которое распознавало код, обозначающий, в каком соотношении нужно смешивать вкусовые или ароматические ингредиенты для получения того или иного вкуса или запаха. В 2001 году компания DigiScents выпустила устройство синтезатора запахов. При подключении к ПК оно обеспечивало соответствующий запах, как только пользователь открывал электронное письмо со встроенным кодом активации. Устройство содержало картридж со 128 «основами ароматов» [39]. В 2005 г. испанские учёные из Университета Хуэльва разработали прибор XML Smell, который способен передавать запахи. Также было создано устройство, способное считывать окружающий аромат и оцифровывать его. В 2008 г. компания Nokia представила концепт мобильного телефона, который был оборудован сенсорами, воспринимавшими свет, звук, прикосновения и запах. Также заявлялись возможности определять, передавать и воспроизводить полученные запахи. К 2010 году подобные результаты были получены британскими, израильскими, канадскими, сингапурскими и японскими исследователями. Достигнутые успехи позволяют с оптимизмом оценивать перспективы телепортации запахов и вкусовых характеристик [36, 39]. В 2002 г. объём информации, фиксируемой в цифровой форме, сравнялся с объёмом информации в аналоговой форме. В 2010 г. объём информации в цифровой форме в мире приблизился к 100 % [49]</p>

1	2
9	<p>Основы искусственного интеллекта (ИИ) закладывались в работах многих учёных с начала XX века. В 1910–1913 гг. Б. Рассел и А. Н. Уайтхед заложили основы формальной логики. В 1941 г. К. Цузе построил первый работающий программно-управляемый компьютер. В 1943 г. У. МакКалок и У. Питтс в своей работе заложили основы нейронных сетей и предложили понятия искусственной нейронной сети и искусственного нейрона. В 1948 г. свои работы по теории информации и основам кибернетики опубликовали К. Шеннон и Н. Винер. В 1949 г. Д. Хебб описал основные принципы обучения нейрона. В 1950 г. А. Тьюрингом был опубликован эмпирический тест для определения ИИ. Согласно ему машину можно будет назвать разумной, если она сможет дистанционно поддерживать разговор с обычным человеком, и он не сможет определить, что с ним беседует не человек. Писатели-фантасты предлагают ещё один подход: ИИ возникнет тогда, когда машина сможет <i>чувствовать и творить</i> [13]. В 1956 г. Дж. Маккартни (США) предложил сам термин «искусственный интеллект» (англ. artificial intelligence – AI). В 1958–1960 гг. Ф. Розенблатт продемонстрировал устройства, моделирующие совместную работу человеческого глаза и мозга (машина умела различать буквы алфавита). В 1960-е годы появились устройства <i>экспертного</i> назначения, помогавшие в диагностировании болезней или геологоразведке. В это же время появились программы, способные накапливать знания и изменять своё поведение в зависимости от накопленного опыта. Впоследствии это стало основой для создания самообучающихся систем [12]. В 1972 г. был продемонстрирован компьютерный язык Prolog (от «PROgramming in LOGic») общего назначения. Он позволял сочетать использование логики с представлением знаний. Логика программы выражается в терминах отношений, представленных в виде фактов и правил [30]. В 1997 г. машина впервые выиграла у чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова. В 2005 г. начато исследование аналога генома – <i>коннектома</i>, схемы связей в нервной системе организма человека [21]. С 2010 г. программой DeepMind Technologies (Лондон) активизированы работы по самообучению программ ИИ, основанных на использовании искусственных нейросистем. В 2016 г. программа AlphaGO со счётом 4:1 выиграла у сильнейшего игрока «го», сложнейшей игры, основанной не только на расчёте ходов, но и на применении интуиции [48]</p>
10	<p>В 1973 году в США была осуществлена первая демонстрация современных RFID-меток (на эффекте обратного рассеивания) как пассивных, так и активных (RFID – от англ. radio-frequency identification, т. е. радиочастотная идентификация). Первый патент, связанный с названием RFID, был выдан в 1983 году. Предшественницей меток считается система распознавания «свой-чужой», изобретённая в США в 1937 году [54]. Она до сих пор активно используется в авиации. Кроме RFID, используются и другие виды идентификации, обычно менее точные, зато более дешёвые: баркоды (штрих-коды), противокражные метки (EAS-electronic article surveillance) и др. [5]. В 2000 г. были утверждены международные стандарты на карты идентификации (Proximity-карты и Vicinity-карты) [55]. К 2010 году RFID-метки широко используются в различных сферах деятельности: промышленность, транспорт, складская логистика, предотвращение краж, системы контроля и управления доступом, медицина, библиотеки, паспорта, системы платежей, дистанционное управление, опознание животных, сельское хозяйство, человеческие имплантаты, системы управления багажом, системы локализации объектов в реальном режиме времени [54]</p>
11	<p>В 1973 году в США была начата системная программа спутниковой навигации (DNSS), которая в том же году получила современное название GPS (от англ. Global Positioning System) – система глобального позиционирования. Система обеспечивает измерение расстояния, времени, местоположения во всемирной системе координат и скорости передвижения объектов. Инициатором программы запуска спутниковой навигации выступил военный флот США в 1964 году. В 1974 г. на орбиту был выведен первый спутник навигационного назначения. Подобный советский спутник (программа ГЛОНАСС) был запущен в 1982 г. Аналогичное назначение имеет западноевропейская программа Галилео (Galileo – начало работы планировалось с 2014 г.). К 1993 г. в США по программе спутниковой навигации было запущено уже 24 спутника. В 1991 г. система GPS фактически стала всемирной, так как к ней получили доступ страны социалистического лагеря. В 2000 г. система GPS реально получила гражданский (т. е. не только военный) статус. Президент США Билл Клинтон своим указом отменил преднамеренное снижение точности навигации, которое до этого осуществлялось для гражданских объектов. Начиная с 2010 г., запуском спутников нового поколения точность GPS была значительно повышена. Сферы его применения были значительно расширены. Сегодня это: геодезия, картография, навигация, спутниковый мониторинг транспорта, сотовая связь, тектоника, активный отдых [17, 50]</p>

1	2
12	В 1968 г. японская компания Kawasaki Heavy Industries, Ltd по лицензии американской фирмы Unimation Inc. изготовила первый относительно автономный промышленный робот. До этого использовались механические устройства, управляемые либо жёстко заданными программами, либо дистанционно человеком. В частности, в 1950-е и 1960-е годы подобными были устройства с манипуляторами, управляемые дистанционно для работы с радиоактивными материалами [32]. Робот (от чеш. <i>robota</i> – «подневольный труд») – автоматическое устройство, действующее по заложенной программе и способное корректировать свои действия на основе информации о внешней среде, получаемой при помощи датчиков. 1980 г. – начало коммерческого производства роботов. В 1986 г. в Чернобыле роботы были применены для очистки радиоактивных отходов и предотвращения последствий аварии. С 2000 г. активизировалось промышленное использование роботов. С 2010 г. стали выпускаться роботы с основами ИИ. В 2011 году первый робот был доставлен на МКС [32]. В настоящее время роботы широко используются в различных сферах деятельности: промышленности, транспорте, быту, медицине, военном деле
13	Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или дроны (от англ. <i>drone</i> – трутень) в значительной степени дополняют ряд роботов, являясь фактически транспортными роботами. Их применение началось в период Первой мировой войны и в течение всего XX века ограничивалось военной сферой. Они использовались главным образом как летающие мишени и для разведки. Попытки применения квазидронов одноразового использования (напр., крылатые ракеты, радиоуправляемые самолёты-бомбы) не отличались высокой эффективностью. С конца 1960-х – начала 1970-х годов в ряде стран (прежде всего США и СССР) начинается относительно стабильное применение беспилотников в военной сфере. Для этого начинается серийный выпуск их промышленных образцов. В 1990-е годы с развитием систем связи и навигации (в частности, GPS) появляется новое поколение БПЛА, и закладываются основы для их гражданского применения, которое формально стартовало с 2000 года [9]. С 2010 г. гражданские БПЛА начали лавинообразно набирать популярность. Сегодня дроны широко используются в различных видах деятельности: геологии, археологии, управлении инфраструктурой, страховом бизнесе, строительстве, инспекции, медицинской сфере, научной сфере, связи, службе ЧС, почтовой службе, ресторанном бизнесе, спорте, агропроизводстве, лесном хозяйстве, журналистике, развлечениях
14	Автомобиль-беспилотник также является разновидностью транспортного робота, но уже сухопутного. В 1984 г. в США состоялось испытание первого беспилотника-автомобиля. В 1995 г. автомобиль-беспилотник (Mercedes), созданный командой учёных и инженеров из мюнхенского университета, проехал по обычным дорогам 1995 км из Мюнхена в Данию и обратно, развивая скорость до 180 км/час и обгоняя другие автомобили. При этом система GPS не использовалась [53]. В 2010 году колонна беспилотных автомобилей совершила автопробег в 15 000 км из итальянской Пармы в Шанхай на Экспо-2010. Почти весь путь автомобили проделали самостоятельно, и только иногда они нуждались в помощи человека [2]. С 2010 г. начато коммерческое использование беспилотных автомобилей, в частности, на автобусных маршрутах
15	Идеи «облачных» технологий берут своё начало в 1950-е годы, когда начали появляться большие ЭВМ и отсутствовали ПК. Потребители могли заказывать определённые виды расчётов у собственников ЭВМ через отдельные терминалы. Массовое появление ПК на фоне антимонопольного законодательства США, лидера развития IT, заставило надолго «забыть» о распространении сервиса от больших компьютеров. В 1972 году фирма IBM выпустила операционную систему, позволяющую создать виртуальную сеть, объединяющую отдельные компьютеры. Каждый из их операторов мог воспользоваться мощностью ЭВМ. В 1999 году компания Salesforce предоставила возможность пользоваться собственной компьютерной системой (CRM) на условиях предоплаты. В 2002 г. компания Amazon создала облачный сервис AWS Platform для целей хранения информации. В 2009 г. были запущены платформы от Google и Microsoft, что знаменовало завершение этапа становления облачных ресурсов и сделало облачные технологии массовым продуктом [33]. В 2011 г. национальный институт стандартов и технологий США сформировал определение, которое систематизировало существующие трактовки и вариации относительно облачных технологий в едином понятии [27]

Л. Г. Мельник.

Передумови формування «Інтернету речей»: економічний аналіз

Указанные в таблице 2 циклы событий фактически являются ключевыми компонентами для начала «сборки» «Интернета вещей». При этом названы лишь самые основные циклы. Их перечень не исчерпывает всего спектра событий, формирующих необходимый инструментарий указанной сборки. Кроме них уместно упомянуть прежде всего создание необходимой технической основы, составляющей систему датчиков и сенсоров, формирование «умных» энергоинформационных сетей (ЭнерНет) работы по созданию киборга и, создание систем беспроводной передачи энергии, создание компактных аккумуляторных источников питания (батарей) многократного использования и многое другое. По иронии судьбы ключевые события по большинству и этих циклов также приходится на начало 1970-х годов. Благодаря всем упомянутым циклам событий (табл. 3) к началу 2010-х годов были сформированы основные предпосылки к «сборке» и старту функционирования «Интернета вещей».

Таблица 3

События, определяющие создание киборга [составлено по данным Интернета:  
номер года, в науке]

№ п/п	Событие	Год
1	Расшифровка структуры генетического кода	1961
2	Первая пересадка сердца	1967
3	Создание первого действующего искусственного сердца (человек с ним прожил 112 дней)	1982
4	Начата расшифровка генома человека	1990
5	Создание бытового робота	2000
6	Начало формирования коннектома – схемы нервных связей организма	2005
7	Создание первого образца искусственного генома	2007
8	Первая пересадка органа, полученного из стволовых клеток	2008
9	Создание искусственной ДНК	2009
9а	Синтез органических веществ из неорганических	2009
9б	Создание первого организма с искусственным геномом	2010
10	Первые олимпийские игры роботов	2010
11	Марафонский забег роботов	2011
12	Первый эксперимент, в котором роботы проявили согласованное поведение	2011
13	Создан протез мозга, проведён научный эксперимент на крысах	2011
14	Первая операция по пересадке руки	2013
15	Крысе пересажена бионженерная почка	2013
16	Созданы искусственные ферменты	2014
17	Создана первая бионическая рука с ощущениями осязания	2018

### Интернет вещей

Обсуждая столь подробно предпосылки формирования «Интернета вещей», было бы несправедливым не сказать подробнее о нём самом – «главном герое» данной статьи.

**Интернет вещей** – концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, которое может происходить частично или полностью без участия

человека. Предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, способствуя социальному развитию человека. Основные сферы применения «Интернета вещей» показаны на рис. 1.



Рис. 1. Сферы применения «Интернета вещей» [составлен автором]

«Интернет вещей» позволяет реализовать целый ряд коммуникаций (интерфейсов). На основе анализа публикаций [6, 8, 47] автор сформулировал содержание основных из них.

*Коммуникация личностного начала человека («социо») с самим собой.* Может быть реализована, в частности, через социальные сети, когда человек получает обратную связь на высказанные мысли. Это может способствовать переосмыслению его убеждений или наоборот усилению уверенности в них. Представляет собой своеобразное усиление рефлексии.

*Коммуникация личностного начала человека («социо») со своим телом (человеком «био»).* Посредством постоянно совершенствующихся датчиков человек будет в состоянии контролировать системное состояние своего здоровья и выявлять (диагностировать) критические отклонения определённых параметров.

*Коммуникация человека с машиной (Human + Machine).* Подобные коммуникации используются всё чаще, хотя человек не всегда их замечает, так как они становятся привычными. Такие коммуникации используются на производстве (где машины позволяют контролировать ход производственных процессов или предупреждают об опасности срывов) и в быту (достаточно вспомнить пульт для открытия гаража, контроль за плитой, дистанционный замок зажигания в машине и т. п.).

Кроме того, системы, наделённые искусственным интеллектом, могут помогать принимать решения, например, просчитывать соответствие предлагаемых решений (проектов) наличию имеющихся на предприятии или в государстве ресурсов, либо устанавливать их соответствие существующей правовой основе.

*Коммуникация человека с используемыми вещами.* Одежда, обувь, часы, мобильный телефон – всё, что носит человек с собой, может, благодаря обратной связи, стать предметом оптимизации и повышения степени совместимости в данной паре.

Електромобіль Tesla «умнеє» з кожним місяцем експлуатації користувачем, отримуючи оновлення через Інтернет і обмінюючись інформацією зі смартфоном користувача. «Вивчаючи» звички власника, електромобіль адаптується до маршрутів, розраховує час виходу в залежності від планів в календарі та місця наступної зустрічі, прогріває салон перед розрахованим часом виходу з дому. Швидко багато оточуючих нас предметів «научаться» взаємодіяти один з одним, і кавомашина сама буде готувати каву після дзвінка будильника, в печі буде готуватися сніданок, а електромобіль сам під'їде до паркування біля ваших дверей [20].

*Комунікація машин з машинами (M2M) або речей з речами (вещей с машинами).* Розв'язує за допомогою системи зворотних зв'язків цілий ряд завдань, найважливішими з яких є: підвищення ефективності виробництва та експлуатації речей, вдосконалення споживчих властивостей товарів (за допомогою встановлення комунікації між споживачем та виробником), екологічне вдосконалення виробництва та споживання товарів.

*Комунікація людини з іншою людиною або групою людей.* Четверта промислова революція обіцяє змінити не тільки техносферу та середовище проживання людини, але й стосунки між людьми. Важливу роль тут повинні зіграти, з одного боку, посилення психологічної стійкості кожної людини та його вміння працювати в команді, з іншого – вдосконалення інструментарію міжособистісного спілкування (бізнес-етика, кросс-культурні стосунки, тощо).

Існують ще два важливі аспекти розглянутої проблематики. Це стосунки *людини до суспільства* (що грає важливу роль в умовах суттєвого збільшення вільного часу та підвищення благополуччя людей), а також стосунки *суспільства до людини*. Як одна з можливостей тут слід розглядати цілеспрямоване впливання з боку суспільства з метою формування в людині особистісного початку, готового до соціального розвитку в умовах інформаційного суспільства та жорстких екологічних обмежень.

Концепція та термін для «Інтернету речей» були сформульовані в 1999 р. дослідницькою групою при Массачусетському технологічному інституті. В 2009 р. згідно з оцінками компанії Cisco кількість пристроїв, підключених до глобальної мережі Інтернету, перевищило чисельність населення Землі, тобто досягло 7 мільярдів [10, 42]. На 2018 рік кількість підключених пристроїв прогнозувалося вже в межах 20 мільярдів [19]. З початку 2010 років на обслуговування «Інтернету речей» приходять уже значущі частини хмарних витрат. В 2012 р. було опубліковано прогноз великого циклу (Нуре cycle) «Інтернету речей» [51].

Слід підкреслити одну дуже важливу деталь. Формування «Інтернету речей» означає не тільки тотальну автоматизацію виробничих та побутових процесів. Це явище буде означати якісне змінення характеру соціально-економічної системи. Справа в тому, що радикально змінюються умови життя та діяльності людини. По-перше, він звільняється від рутинних обов'язків у виробничому процесі, отримуючи невідомі до цього можливості концентрації своїх зусиль на своєму особистому (соціальному) розвитку. По-друге, кожен індивід отримує можливості підключення через «хмару» до всесвітнього потенціалу глобальної системи пам'яті, дрейфуючої в бік формування всесвітньої сфери розуму (за В. І. Вернадським – «ноосфери»). Правда, за це людині доведеться заплатити високу ціну. Він поступово буде перетворюватися в «людину мережову», що означає

последовательную утрату относительной автономности и подчинение целям и задачам функционирования сети (глобального сообщества).

Следует обратить внимание ещё на один момент. Грядущие изменения будут представлять собой не только очередной фазовый переход к новой социально-экономической формации, но и метапереход, означающий беспрецедентное формирование новой социально-экономической целостности более высокого системного уровня – всепланетное человеческое сообщество как «экипаж космического корабля Земля» с едиными органами управления и системой жизнеобеспечения.

### **На пороге фазового перехода**

Сами по себе перечисленные факты говорят о том, что человечество сегодня стоит на пороге фазового перехода, движущей силой которого являются Третья и Четвертая промышленные революции. О том, что он уже начался, свидетельствуют и другие признаки, в частности, колоссальные темпы изменения отдельных показателей, характеризующих технологическое состояние социально-экономических систем (таблицы 4, 5).

*Таблица 4*  
Изменения отдельных показателей мировой экономики за период  
2016–2017 годов

Показатель	Увеличение показателя, %
Производство солнечной энергии за период [7]	70
Производство ветровой энергии за период [22]	52
Эффективность солнечных панелей [1]	42
Суммарные ёмкости хранения энергии [37]	120
Продажа роботов за период [25]	74
Продажа 3D-принтеров за период [44]	88
Продажа электромобилей за период [29]	108

*Таблица 5*  
Динамика «зелёной» экономики Украины за 2016–2017 гг.  
[составлено автором по данным источников [4, 34, 40, 43]]

Показатель	Увеличение показателя в разы
Производство возобновляемой электроэнергии за период	2,5
Изменение мощности частных солнечных панелей (с 2,2 МВт в 2015 г. до 52 МВт в 2017 г.)	23
Изменение количества электромобилей (с 290 шт. – 2015 г. до 5 600 шт. – 2017 г.)	20

### В экономическом измерении

Очень важными составляющими происходящих, без преувеличения, лавинообразных процессов являются экономические факторы. Одна из важнейших задач, которую призвана решить Третья промышленная революция, сводится к тому, чтобы сделать прогрессивные завоевания науки и техники (в том числе, те, которые упомянуты в сказке и табл. 1) максимально дешёвыми. Это делает их доступными широкому кругу пользователей. В частности, ПК, мобильный телефон, интернет, Wi-Fi, GPS должны были появиться у большинства населения. Только тогда мог произойти качественный прорыв на новый технологический и социальный уровень, предшествующий началу фазового перехода.

Последнее чрезвычайно важно, так как само понятие «переход на новые технологии» предполагает не только теоретическую осуществимость определённых процессов (изменений), но и практическую реализуемость указанного явления в массовых масштабах с учётом экономических и экологических ограничений, накладываемых соответствующими характеристиками самих систем и ситуацией в обществе. Функционирование каких-нибудь нескольких сотен и даже тысяч дорогостоящих устройств по автоматизации быта (пусть даже и при помощи Интернета), которые могут себе позволить только очень состоятельные семьи, при всём желании нельзя назвать революцией. Чтобы считаться революционным, любое явление должно стать массовым, доступным большинству членов общества. В частности, чтобы была реализована Четвёртая промышленная революция, означающая прямую межмашинную коммуникацию, необходимо, чтобы и компьютеры, и интернет-подключения, и мобильные телефоны, и сами технические устройства стали достаточно дешёвыми (во всяком случае, ощущались бы такими для большинства производителей и потребителей). А для этого они должны стать на порядок, а в ряде случаев – на порядки эффективнее.

Подобные изменения происходят буквально на глазах ныне живущих людей. Чтобы в этом убедиться, достаточно взглянуть на данные таблицы 6. В ней показаны некоторые показатели, характеризующие динамику снижения стоимости отдельных технических средств или услуг (работ), обеспечивающих реализацию важнейших производственных процессов.

Таблица 6

Снижение стоимости технических средств / осуществления единицы работы за последние 35 лет [составлена автором по данным Интернет-публикаций]

Техническое средство/процесс	Кратность изменения, раз
Процессор в компьютере	10 000
Сенсор и RFID-метка	1 000
Выполнение одной условной операции на автоматическом устройстве	1 000
Видеонаблюдение	500
Производство 1 кВт-час электроэнергии на солнечной батарее	150

Однако даже такие впечатляющие цифры необходимо воспринимать исключительно условно, так как в качественном отношении свойства современных технических средств и их аналогов 35-летней давности просто несопоставимы по выполняемым функциям ни с точки зрения их сложности, ни с точки зрения качества реализуемых действий.

Достаточно сказать, что микропроцессор современного компьютера выполняет несколько миллиардов операций в секунду, в то время как устройство с подобными функциями в начале 1980-х выполняло лишь несколько тысяч. Другой пример: благодаря волоконно-оптической связи скорость передачи информации возросла более чем на 5 порядков.

Уместно отметить три существенных момента. Во-первых, то, что наиболее значительная часть упомянутых изменений (в частности, снижение стоимости) пришлась на последнее *десятилетие*, т. е. на период, когда стартовала Т. п. р.

Во-вторых, стоимостные показатели не могут в полной мере отразить всю глубину явления *повышения эффективности* функционирования технических систем. Последнее гораздо глубже и измеряется множеством других параметров. В частности, на примере прогресса в развитии аккумуляторных батарей это проявляется в существенном снижении (порой на порядки) размера и веса аккумуляторов на единицу их полезной ёмкости, значительном сокращении времени их заправки (достигающей уже в ряде случаев всего нескольких десятков секунд), увеличении времени работы (в частности, пробега электромобилей на одной заправке, что для рекордных образцов уже составляет более 1 000 км), росте развиваемой при помощи аккумуляторов мощности технических систем (в частности, скорость электромобилей достигает уже 700 км/час).

В-третьих, за последние годы произошли явления (в частности, появились технические средства и процессы), которых просто раньше не существовало, но которые способны радикально, скачкообразно повысить эффективность производственных систем. Речь идёт о *цифровых и «облачных» технологиях* при передаче, фиксации и обработке информации, *3D-принтерах* при изготовлении продукции, *GPS и других спутниковых технологиях* при контроле за пространственными процессами и о коммуникациях между киберфизическими системами, *«Интернете вещей»* и *«умных» сетях* в управлении производственными и социальными системами.

Данные изменения не могли бы происходить без сотен каждодневных инноваций, рождаемых уже в недрах Третьей промышленной революции. Упомянутые инновации не возникают сами собой. Их должен генерировать сам бизнес, задачи которого существенно изменяются в ходе Т. п. р.

### **Заглядывая в будущее (вместо заключения)**

Любой фазовый переход означает формирование кластера виртуальных (т. е. возможных) путей развития системы. Это значит, что все наши суждения и предположения в отношении будущего «Интернета вещей» и связанных с этим путей развития человечества носят исключительно вероятностный характер. Продолжая прогнозные оценки, мы можем предположить три ключевых варианта развития событий.

*Первый.* Формирование «Интернета вещей» в сочетании с сингулярным развитием искусственного интеллекта сделает существование человеческой цивилизации на планете необязательным. Новые сущности биороботов (и других устройств), достигшие физического и интеллектуального могущества, будут легко решать проблему сестейнового управления биосферой на планете.

*Второй.* Освободившись от необходимости рутинного решения производственных задач, человечество получит колоссальные возможности своего личностного (социального, творческого) развития. При этом физические возможности человека колоссально возрастут на основе кибергизации его организма и выполняемых физиологических и социальных функций.

*Третий.* Человечество совместно с киберфизическими системами сформирует единую материально-информационную сферу (ноосферу), способную оказывать существенное воздействие на процессы эволюции космического пространства (прежде всего в пределах Солнечной системы).

Решающее значение в том, по какому варианту пойдёт процесс эволюции на планете и как сложится судьба человечества, будет ли иметь способность самого человека преодолевать фазовые барьеры на сложном и многофакторном пути эволюции Вселенной в этом её уголке, называемом планета Земля.

#### Литература

1. *Авельсник, Н.* Установлен новый рекорд КПД многопереходных солнечных модулей / Н. Авельсник. – хайтек, 30.08.2017. – Режим доступа : [https://hightech.fm/2017/08/30/nrel\\_cell\\_efficiency](https://hightech.fm/2017/08/30/nrel_cell_efficiency). (Актуально на 15.04.2018 г.).
2. *Автопробег в 15000 км без водителей* [Электронный ресурс] // BBC (Русская служба), 29.10.2010. – Режим доступа : [http://www.bbc.com/russian/multimedia/2010/10/101028\\_v\\_driverless\\_car.shtml](http://www.bbc.com/russian/multimedia/2010/10/101028_v_driverless_car.shtml). (Актуально на 30.05.2017 г.).
3. *Агамирзян, И.* Третья промышленная революция: начало [Электронный ресурс] / И. Агамирзян. – slon, 25.10.2013. – Режим доступа : <https://republic.ru/biz/1009644/>. (Актуально на 01.11.2015 г.).
4. *В Украине* удвоилось количество электромобилей [Электронный ресурс]. – корреспондент.net, 01.02.2018. – Режим доступа : <https://korrespondent.net/business/auto/3935706-v-ukrayne-udvoilos-kolychestvo-elektromobylei>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
5. *Взгляд изнутри: RFID и другие метки* [Электронный ресурс]. – хабрхабр, 05.12.2012. – Режим доступа : <https://habrahabr.ru/post/161401/>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
6. *Вострилова, Е.* Четвёртая революция : Интернет вещей / Е. Вострилова // Эксперт. Январь, 2015. – Режим доступа : <http://www.nсса.ru/file?Files&141>. (Актуально на 01.03.2016 г.).
7. *Гоголадзе, О.* Чем удивила возобновляемая энергетика в 2018 году [Электронный ресурс] / О. Гоголадзе. – хайтек, 07.01.2018. – Режим доступа : <https://hightech.fm/2018/01/07/renewable-energy-2017>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
8. *Груман, Г.* Многоликий Интернет вещей [Электронный ресурс] / Г. Груман // Директор информационной службы. – 2014. – № 9. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/cio/2014/09/13042516/>. (Актуально на 01.03.2016 г.).
9. *Дрон – что это такое? История, применение и фото дронов* [Электронный ресурс]. Мир квадрокоптер, 04.02.2018. – Режим доступа : <https://mirquadroptero.ru/obshhie-voprosy/chtotakoe-dron.html>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
10. *Интернет вещей* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей). (Актуально на 15.04.2018 г.).
11. *Интернет-доступ (мировой рынок)* [Электронный ресурс]. – tadviser, 02.02.2018. – Режим доступа : [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ\\_\(мировой\\_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ_(мировой_рынок)). (Актуально на 10.04.2018 г.).
12. *Искусственный интеллект и интеллектуальные информационные системы. Учетная и научная деятельность Анисимова Владимира Викторовича* [Электронный ресурс]. – google Sites. – Режим доступа : <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema1>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
13. *История искусственного интеллекта* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_искусственного\\_интеллекта](https://ru.wikipedia.org/wiki/История_искусственного_интеллекта). (Актуально на 10.04.2018 г.).

14. *История* персональных компьютеров [Электронный ресурс]. – Википедия, 09.11.2014. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_персональных\\_компьютеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/История_персональных_компьютеров). (Актуально на 10.04.2018 г.).
15. *История* появления Интернета [Электронный ресурс]. – retrobazar, 15.12.2012. – Режим доступа : [http://retrobazar.com/journal/interesting/988\\_istorija-pojavlenija-interneta.html](http://retrobazar.com/journal/interesting/988_istorija-pojavlenija-interneta.html). (Актуально на 10.04.2018 г.).
16. *История* развития солнечной энергетики: борьба за КПД [Электронный ресурс]. – 5thelement.ru, 28.08.2014. – Режим доступа : <https://5thelement.ru/solar/istoriya-razvitiya-solnechnoy-energetiki-borba-za-kpd.html>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
17. *История* создания системы GPS [Электронный ресурс]. – iTrack. – Режим доступа : <http://www.itrack.com.ua/support/docs/historyofgps>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
18. *Как появилась* первая цифровая камера [Электронный ресурс]. – Livejournal, 30.12.2014. – Режим доступа : <https://masterok.livejournal.com/2175310.html>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
19. *Коленов, С.* К концу года в мире будет 20 млрд IoT-устройств / С. Коленов. – хайтек, 30.10.2017. – Режим доступа : <https://hightech.fm/2017/10/30/internet-of-things>. (Актуально на 20.12.2017 г.).
20. *Комиссаров, А.* Четвёртая промышленная революция [Электронный ресурс] / А. Комиссаров. – Ведомости, 13.10.2015. – Режим доступа : <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolyuitsiya>. (Актуально на 01.03.2016 г.).
21. *Коннектом* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Коннектом>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
22. *Красильникова, Ю.* Европа побила рекорд по производству ветровой энергии [Электронный ресурс] / Ю. Красильникова. – хайтек, 01.11.2017. – Режим доступа : [https://hightech.fm/2017/11/01/europe\\_wind\\_energy](https://hightech.fm/2017/11/01/europe_wind_energy). (Актуально на 15.04.2018 г.).
23. *Купер, Мартин* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Купер,\\_Мартин](https://ru.wikipedia.org/wiki/Купер,_Мартин). (Актуально на 10.04.2018 г.).
24. *Мельник, Л. Г.* Рождение сетевой экономики: опыт ЕС и практика Украины в свете III и IV промышленных революций : монография / Л. Г. Мельник. – Сумы : Университетская книга, 2017. – 432 с.
25. *Мировые* продажи промышленных роботов продолжают расти [Электронный ресурс]. – hi-tech – Коммерсантъ, 04.10.2017. – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/3429002>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
26. *Муртазин, Э.* От «кирпича» до смартфона: Удивительная эволюция мобильного телефона / Э. Муртазин. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 221 с.
27. *Облачные* вычисления [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные\\_вычисления](https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления). (Актуально на 15.04.2018 г.).
28. *Охотник, Ю.* В цифрах: количество пользователей Интернета 15 лет назад и сегодня [Электронный ресурс] / Ю. Охотник. – bit.ua, 27.05.2015. – Режим доступа : <https://bit.ua/2015/05/internet-changes/>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
29. *Продажи* электромобилей в мире установили новый рекорд [Электронный ресурс]. – ИНТЕРФАКС – Украина. Экономика, 26.01.2018. – Режим доступа : <https://interfax.com.ua/news/economic/480184.html>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
30. *Пролог* (язык программирования) [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог\\_\(язык\\_программирования\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог_(язык_программирования)). (Актуально на 10.04.2018 г.).
31. *Рифкин, Дж.* Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Дж. Рифкин / пер с англ. – Москва : Альпина конфикшн, 2016. – 410 с.
32. *Робот* [Электронный ресурс]. Википедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
33. *Семчишин, А.* История облачных вычислений / А. Семчишин. – obozrevatel, 02.02.2018. – Режим доступа : <https://www.obozrevatel.com/tech/istoriya-oblacznyih-vyichislenij.htm>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
34. *Скрипин, В.* За первое полугодие в Украине построили 79 объектов возобновляемой энергетики суммарной мощностью 182,7 МВт, до конца года реализует ещё 70 проектов общей мощностью более 430 МВт [Электронный ресурс] / В. Скрипин. – ITСua, 31.07.2017. – Режим

- доступа : <https://itc.ua/news/za-pervoe-polugodie-v-ukraine-postroili-79-obektov-vozobnovlyae moyu-energetiki-summarnoy-moshhnostyu-182-7-mvt-do-kontsa-goda-realizuyut-eshhe-70-proektov-obshhey-moshhnostyu-bolee-430-mvt/>. (Актуально на 25.10.2017 г.).
35. Солонин, В. БРИК спас рынок мобильников от стагнации [Электронный ресурс] / В. Солонин. – cnews analytics. – Режим доступа : [http://www.cnews.ru/reviews/free/networks/articles/world\\_market.shtml](http://www.cnews.ru/reviews/free/networks/articles/world_market.shtml). (Актуально на 10.04.2018 г.).
36. *Технологии* передачи запаха [Электронный ресурс]. – Википедия, 09.08.2017. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологии\\_передачи\\_запаха](https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологии_передачи_запаха). (Актуально на 10.04.2018 г.).
37. *Технологии* хранения энергии: в ожидании прорыва [Электронный ресурс]. – Пресс-центр РОСНАНО, 01.02.2018. – Режим доступа : <http://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20180201-peretok-interviyu-udaltsov>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
38. *Цифровая* звукозапись [Электронный ресурс]. – Википедия, 29.04.2016. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровая\\_звукозапись](https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровая_звукозапись). (Актуально на 10.04.2018 г.).
39. *Цифровые* ароматы: записи, восстановление и передача запахов [Электронный ресурс]. – geektimes, 27.10.2017. – Режим доступа : <https://geektimes.ru/company/mailru/blog/294803/>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
40. *Чмерук, Т.* Доля возобновляемых источников энергии в Украина выросла до 6 % [Электронный ресурс] / Т. Чмерук. – zn.ua. Экономика, 03.02.2018. – Режим доступа : [https://zn.ua/ECONOMICS/dolya-vozobnovlyаемyh-istochnikov-energii-v-ukraine-vyroslo-do-6-274095\\_.html](https://zn.ua/ECONOMICS/dolya-vozobnovlyаемyh-istochnikov-energii-v-ukraine-vyroslo-do-6-274095_.html). (Актуально на 15.04.2018 г.).
41. *Шваб, К.* Четвертая промышленная революция / К. Шваб / пер. с англ. – Москва : Издательство «Э», 2018. – 208 с.
42. *Юрасов, С.* «Интернет вещей» уже в Украине. Кто заработает на работах? [Электронный ресурс] / С. Юрасов. – Экономическая правда, 13.08.2015. – Режим доступа : <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2015/08/13/554178/>. (Актуально на 15.04.2018 г.).
43. *Яковлева, Н.* У 2016 році в Україні купили 1434 електромобіля [Електронний ресурс] / Н. Яковлева. – ecotown, 24.01.2017. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/U-2016-rotsi-v-Ukrayini-ku pyly-1434-elektromobilya/> (Актуально на 10.03.2017 г.).
44. *3D-принтеры* (мировой рынок) [Электронный ресурс]. – tadviser, 10.01.2017. – Режим доступа : [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:3D-принтеры\\_\(мировой\\_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:3D-принтеры_(мировой_рынок)). (Актуально на 15.04.2018 г.).
45. *ALOHAnet* [Electronic resource]. – Wikipedia. – Accessed mode : <https://en.wikipedia.org/wiki/ALOHAnet>. (Accessed on 10.04.2018).
46. *Bensoussan, H.* The history of 3D Printing: 3D Printing Technologies from the 80s to Today [Electronic resource] / H. Bensoussan. – sculpteo, 14.12.2016. – Accessed mode : <https://www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/>. (Accessed on 10.04.2018).
47. *Bloem, J.* The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Peltween IT and OT / J. Bloem, M. van Doorn, S. Duivestein, D. Excoffier, Maas, E. van Ommeren. Groningen : Sogeti VINT, 2014. – 40 p.
48. *DeepMind* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/DeepMind>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
49. *Digital Revolution* [Electronic resource]. – Wikipedia. – Accessed mode : [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution). (Accessed on 10.04.2018).
50. *GPS* [Электронный ресурс]. – Википедия, 14.03.2018. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
51. *LeHong, H.* Hype cycle for the Internet of things [Electronic resource] / H. LeHong. – gartner, 21.07.2014. – Accessed mode : <https://www.gartner.com/doc/2804217/hype-cycle-internet-things-> (Accessed on 15.04.2018).
52. *Nokia Communicator* [Электронный ресурс]. – Википедия, 14.04.2017. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia\\_Communicator](https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia_Communicator). (Актуально на 10.04.2018 г.).
53. *Prof. Schmidhuber's highlights of robot car history* [Electronic resource]. – cogbotlab. – Accessed mode : <http://people.idsia.ch/~juergen/robotcars.html>. (Accessed on 25.05.2017).

54. *RFID* [Электронный ресурс]. – Википедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID>. (Актуально на 10.04.2018 г.).
55. *RFID* стандарты EPC Global ISO 18000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid\\_standart](http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid_standart). (Актуально на 10.04.2018 г.).
56. *Rifkin, J. Zero Marginal Cost Society : The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism / J. Rifkin.* – New York : St. Martin's Griffin Publisher, 2015. – 448 p.
57. *Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution [Electronic resource] / K. Schwab. World Economic Forum.* – Accessed mode : <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>. (Accessed on 01.03.2016).
58. *The history of Wifi: 1971 to today [Electronic resource].* – wireless technology, 18.05.2017. – Accessed mode : <http://www.cablefree.net/wireless-technology/history-of-wifi-technology/>. (Accessed on 10.04.2018).

*Получено 08.02.2018 г.*

**Передумови формування «Інтернету речей»:  
економічний аналіз**

**ЛЕОНІД ГРИГОРОВИЧ МЕЛЬНИК\***

*\* доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та  
бізнес-адміністрування Сумського державного університету,  
директор Науково-дослідного інституту економіки розвитку МОН України і НАН України  
у складі Сумського державного університету,  
вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна,  
тел.: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

У популярній формі розповідається про цикл подій, що формують передумови для створення «Інтернету речей» – базового фактора Четвертої промислової революції (Industry 4.0). Виконано змістовний аналіз із прив'язкою до періодів часу реалізації дванадцяти ключових циклів. Особлива увага приділяється ролі економічних факторів. Зроблений висновок про необхідність переходу від сестейнового розвитку до сестейнового управління фазовим переходом до нової соціально-економічної формації.

*Ключові слова:* «Інтернет речей», фазовий перехід, цикл подій, сестейнове управління.

*Mechanism of Economic Regulation, 2018, No 1, 8–30  
ISSN 1726-8699 (print)*

**Preconditions for the Formation of the "Internet of Things":  
Economic Analysis**

**LEONID Hr. MELNYK\***

*\* Dr. (Economics), Professor, Head of Department of Economics, Entrepreneurship and  
Business-Administration, Director of Research Institute for Development Economics (IDE)  
at Sumy State University, Ministry of Education and Science of Ukraine,  
National Academy of Science of Ukraine, R.-Korsakova Str., 2, Sumy, 40007, Ukraine,  
phone: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

*Manuscript received 08 February 2018*

The article shows in popular form the cycle of events forming the preconditions for the creation of the "Internet of things" as a basic factor of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0). The research analyzes with connection to periods of time realization of the twelve key cycles. A particular focus is on

role of economic factors. It is concluded that there is a need to move from a session of new development to sustainable management of a phase transition to a new social and economic formation.

*Keywords:* "Internet of things", phase transition, cycle of events, sustainable management.

*JEL Codes:* F63, L63

*Tables:* 6; *Figure:* 1; *References:* 58

*Language of the article:* Russian

*References*

1. Avelsnyk, N. (2017). Ustanovlen novyy rekord KPD mnogoperekhodnykh solnechnykh moduley [A new record is set for the efficiency of multi-transitional solar modules]. Retrieved from [https://hightech.fm/2017/08/30/nrel\\_cell\\_efficiency](https://hightech.fm/2017/08/30/nrel_cell_efficiency). Available 15.04.2018.
2. Avtoprobeg v 15000 km bez voditeley [Motor rally in 15000 km without drivers]. VVS (Russkaya sluzhba) (2010). Retrieved from [http://www.bbc.com/russian/multimedia/2010/10/101028\\_v\\_driverless\\_car.shtml](http://www.bbc.com/russian/multimedia/2010/10/101028_v_driverless_car.shtml). Available 30.05.2017.
3. Agamirzyan, I. (2013). Tretia promyshlennaya revolyutsiya: nachalo [The Third Industrial Revolution: the Beginning]. Retrieved from <https://republic.ru/biz/1009644/>. Available 01.11.2015.
4. V Ukraine udvoilos kolichestvo elektromobylei [Ukraine has doubled the number of electric vehicles] (2018). Retrieved from <https://korrespondent.net/business/auto/3935706-v-ukrayne-udvoylos-kolychestvo-elektromobylei>. Available 15.04.2018.
5. Vzglyad iznutri: RFID i drugiye metki [A look from the inside: RFID and other tags] (2012). Retrieved from <https://habrahabr.ru/post/161401/>. Available 10.04.2018.
6. Vostrilova, E. (2015). Chetyortaya revolyuciya : Internet veshchej [The Fourth Revolution: The Internet of Things]. Ehkspert. Retrieved from <http://www.ncca.ru/file?Files&141>. Available 01.03.2016.
7. Gogoladze, O. (2018). Chem udivila vozobnovlyayemaya energetika v 2018 godu [What surprised renewable energy in 2018]. Retrieved from <https://hightech.fm/2018/01/07/renewable-energy-2017>. Available 15.04.2018.
8. Gruman, G. (2014). Mnogolikij Internet veshchej [Many-faced Internet of things]. Direktor informacionnoj sluzhby. Retrieved from <http://www.osp.ru/cio/2014/09/13042516/>. Available 01.03.2016.
9. Dron – chto eto takoye? Istoriya. primeneniye i foto dronov [Drones - what is it? History, application and photo of drones]. Mir kvadrokopter (2018). Retrieved from <https://mirquadrocoptero.ru/obshhie-voprosy/chto-takoe-dron.html>. Available 15.04.2018.
10. Internet veshchej [Internet of things] (2018). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей). Available 15.04.2018.
11. Internet-dostup (mirovoy rynok) [Internet access (world market)] (2018). Retrieved from [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ\\_\(мировой\\_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ_(мировой_рынок)). Available 10.04.2018.
12. Iskusstvennyy intellekt i intellektualnyye informatsionnyye sistemy. Uchetnaya i nauchnaya deyatel'nost Anisimova Vladimira Viktorovicha [Artificial intelligence and intelligent information systems. Accounting and scientific activity of Anisimov Vladimir Viktorovich] (2018). Retrieved from <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema1>. Available 10.04.2018.
13. Istoriya iskusstvennogo intellekta [History of Artificial Intelligence] (2018). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_искусственного\\_интеллекта](https://ru.wikipedia.org/wiki/История_искусственного_интеллекта). Available 10.04.2018.
14. Istoriya personalnykh kompyuterov [History of personal computers] (2014). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_персональных\\_компьютеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/История_персональных_компьютеров). Available 10.04.2018.
15. Istoriya poyavleniya Interneta [History of the appearance of the Internet] (2012). Retrieved from [http://retrobazar.com/journal/interesting/988\\_istorija-pojavlenija-interneta.html](http://retrobazar.com/journal/interesting/988_istorija-pojavlenija-interneta.html). Available 10.04.2018.
16. Istoriya razvitiya solnechnoy energetiki: borba za KPD [History of solar energy development: struggle for efficiency] (2014). Retrieved from <https://5thelement.ru/solar/istoriya-razvitiya-solnechnoy-energetiki-borba-za-kpd.html>. Available 10.04.2018.
17. Istoriya sozdaniya sistemy GPS [History of the GPS system] (2018). Retrieved from <http://www.itrack.com.ua/support/docs/historyofgps>. Available 10.04.2018.

18. Kak poyavilas pervaya tsifrovaya kamera [How did the first digital camera] (2014). Retrieved from <https://masterok.livejournal.com/2175310.html>. Available 10.04.2018.
19. Kolenov, S. (2017). K kontsu goda v mire budet 20 mlrd IoT-ustroystv [By the end of the year in the world will be 20 billion IoT-devices]. Retrieved from <https://hightech.fm/2017/10/30/internet-of-things>. Available 20.12.2017.
20. Komissarov, A. (2015). Chetvyortaya promyshlennaya revolyuciya [The Fourth Industrial Revolution]. Retrieved from <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolyutsiya>. Available 01.03.2016.
21. Konnektom [Connectivity] (2018). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Коннектом>. Available 10.04.2018.
22. Krasilnikova, Yu. Evropa pobila rekord po proizvodstvu vetrovoy energii [Europe broke the record for wind energy production] (2017). Retrieved from [https://hightech.fm/2017/11/01/europe\\_wind\\_energy](https://hightech.fm/2017/11/01/europe_wind_energy). Available 15.04.2018.
23. Kuper, Martin [Cooper, Martin] (2018). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Купер,\\_Мартин](https://ru.wikipedia.org/wiki/Купер,_Мартин). Available 10.04.2018.
24. Melnyk, L. G. (2017). *Rozhdeniye sesteynovoy ekonomiki: opyt ES i praktika Ukrainy v svete III i IV promyshlennykh revolyutsiy* [The birth of the soynе economy: the EU experience and Ukraine's practice in the light of the III and IV industrial revolutions]. Sumy: Universitetskaya kniga, 432.
25. Mirovyye prodazhi promyshlennykh robotov prodolzhayut rasti [Global sales of industrial robots continue to grow] (2017). Retrieved from <https://www.kommersant.ru/doc/3429002>. Available 15.04.2018.
26. Murtazin, E. (2012). *Ot «kirpicha» do smartfona: Udivitel'naya evolyutsiya mobilnogo telefona* [From "brick" to smartphone: The amazing evolution of a mobile phone]. M.: Alpina Pabliher, 221.
27. Oblachnyye vychisleniya [Cloud Computing] (2018). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные\\_вычисления](https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления). Available 15.04.2018.
28. Okhotnik, Yu. (2015). V tsifrah: kolichestvo polzovateley Interneta 15 let nazad i segodnya [In figures: the number of Internet users 15 years ago and today]. Retrieved from <https://bit.ua/2015/05/internet-changes/>. Available 10.04.2018.
29. Prodazhi elektromobiley v mire ustanovili novyy rekord [Electric vehicle sales in the world set a new record] (2018). Retrieved from <https://interfax.com.ua/news/economic/480184.html>. Available 15.04.2018.
30. Prolog (yazyk programirovaniya) [Prologue (programming language)] (2018). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог\\_\(язык\\_программирования\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог_(язык_программирования)). Available 10.04.2018.
31. Rifkin, Dzh. (2016). *Tretia promyshlennaya revolyutsiya: kak gorizontalnyye vzaimodeystviya menyayut energetiku, ekonomiku i mir v tselom* [Third Industrial Revolution: How Horizontal Interactions Change Energy, Economy and the World as a Whole]. Moskva: Alpina konfikshn, 410.
32. Robot [The robot] (2018). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот>. Available 15.04.2018.
33. Semchishin, A. Istoriya oblachnykh vychisleniy [History of cloud computing] (2018). Retrieved from <https://www.obozrevatel.com/tech/istoriya-oblachnyih-vychislenij.htm>. Available 15.04.2018.
34. Skripin, V. (2017). Za pervoye polugodiye v Ukraine postroili 79 obyektov vobnovlyayemoy energetiki summarnoy moshchnostyu 182.7 MVt. do kontsa goda rea-lizuyet eshche 70 proyektov obshchey moshchnostyu boleye 430 MVt [During the first half of the year, 79 renewable energy facilities with a total capacity of 182.7 MW were built in Ukraine, and by the end of the year 70 projects with a total capacity of more than 430 MW]. Retrieved from <https://itc.ua/news/za-pervoye-polugodie-v-ukraine-postroili-79-obyektov-vozobnovlyayemoy-energetiki-summarnoy-moshchnostyu-182-7-mvt-do-kontsa-goda-realizuyut-eshhe-70-proektov-obshchey-moshchnostyu-bolee-430-mvt/>. Available 25.10.2017.
35. Solonin, V. (2018). BRIK spas rynek mobilnikov ot stagnatsii [BRIC saved the mobile phone market from stagnation]. Retrieved from [http://www.cnews.ru/reviews/free/networks/articles/world\\_market.shtml](http://www.cnews.ru/reviews/free/networks/articles/world_market.shtml). Available 10.04.2018.
36. Tekhnologii peredachi zapakha [Odor Transfer Technologies] (2017). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологии\\_передачи\\_запаха](https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологии_передачи_запаха). Available 10.04.2018.
37. Tekhnologii khraneniya energii: v ozhidanii proryva [Energy storage technologies: in anticipation of a breakthrough] (2018). Retrieved from <http://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20180201-peretok-interviyu-udaltsov>. Available 15.04.2018.

38. Tsifrovaya zvukozapis [Digital Sound Recording] (2016). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровая\\_звукозапись](https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровая_звукозапись). Available 10.04.2018.
39. Tsifrovyye aromaty: zapisi. vosstanovleniye i peredacha zapakhov [Digital scents: recording, restoring and transferring smells] (2017). Retrieved from <https://geektimes.ru/company/mailru/blog/294803/>. Available 10.04.2018.
40. Chmeruk, T. (2018). Dolya возобновlyayemykh istochnikov energii v Ukraina vyrosla do 6% [The share of renewable energy sources in Ukraine increased to 6%]. Retrieved from [https://zn.ua/ECONOMICS/dolya-vozobnovlyayemykh-istochnikov-enerгии-v-ukraine-vyrosla-do-6-274095\\_.html](https://zn.ua/ECONOMICS/dolya-vozobnovlyayemykh-istochnikov-enerгии-v-ukraine-vyrosla-do-6-274095_.html). Available 15.04.2018.
41. Shvab, K. (2018). *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The Fourth Industrial Revolution]. Moskva: Izdatelstvo «E», 208.
42. Yurasov, S. (2015). «Internet veshchey» uzhe v Ukraine. Kto zarabotayet na rabotakh? ["Internet of things" is already in Ukraine. Who will earn in the works?]. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2015/08/13/554178/>. Available 15.04.2018.
43. Yakovlieva, N. (2017). U 2016 rotsi v Ukraini kupyly 1434 elektromobilia. Ecotown [In 2016 the company bought 1434 electric cars in Ukraine]. Retrieved from <http://ecotown.com.ua/news/U-2016-rotsi-v-Ukrayini-kupyly-1434-elektromobilya/>. Available 10.03.2017.
44. 3D-printery (mirovoy rynok) [3D printers (world market)] (2017). Retrieved from [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:3D-принтеры\\_\(мировой\\_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:3D-принтеры_(мировой_рынок)). Available 15.04.2018.
45. ALOHAnet (2018). Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/ALOHAnet>. Available 10.04.2018.
46. Bensoussan, H. (2016). The history of 3D Printing: 3D Printing Technologies from the 80s to Today. Retrieved from <https://www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/>. Available 10.04.2018.
47. Bloen, J., Doorn, van M. and other (2014). *The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Peltween IT and OT*. Groningen: Sogeti VINT, 40.
48. DeepMind (2018). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/DeepMind>. Available 10.04.2018.
49. Digital Revolution (2018). Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution). Available 10.04.2018.
50. GPS (2018). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>. Available 10.04.2018.
51. LeHong, H. (2014). Hype cycle for the Internet of things. Gartner. Retrieved from <https://www.gartner.com/doc/2804217/hype-cycle-internet-things->. Available 15.04.2018.
52. Nokia Communicator (2017). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia\\_Communicator](https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia_Communicator). Available 10.04.2018.
53. Prof. Schmidhuber's highlights of robot car history. Cogbotlab (2017). Retrieved from <http://people.idsia.ch/~juergen/robotcars.html>. Available 25.05.2017.
54. RFID (2018). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID>. Available 10.04.2018.
55. RFID standarty EPC Global ISO 18000 [RFID standards EPC Global ISO 18000]. Retrieved from [http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid\\_standart](http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid_standart). Available 10.04.2018.
56. Rifkin, J. (2015). *Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. New York: St. Martin's Griffin Publisher, 448.
57. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. Retrieved from <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>. Available 01.03.2016.
58. The history of Wifi: 1971 to today. Wireless technology (2017). Retrieved from <http://www.cablefree.net/wireless-technology/history-of-wifi-technology/>. Available 10.04.2018.