

ОТ INDUSTRY 4.0 К ПРИРОДЕ 2.0*

В.В. ЧЕКЛЕЦОВ

Господствующие в тот или иной исторический период формы промышленного производства, особенности взаимоотношений человека и машины¹ вносят существенный вклад в преобразование антропологической и социальной реальности. Корректнее даже говорить о неразрывной и взаимозависимой социо-технологической и антропо-технологической коэволюции с нарастающей сложностью (complexity) систем и сетей, «производящих» артефакты. В этих производственных социотехнических системах и сетях в качестве актантов выступают как субъекты (индивидуальные и коллективные), так и «вещи» (Б. Латур). Стоит отметить, что задолго до появления того, что принято называть «промышленностью», овладение новыми уровнями энергии и сложности производства артефактов были ассоциированы со сложностью организации коллективных субъектов (мегамашины Льюиса Мамфорда).

Начиная с 2009 г. в Германии активно продвигается проект, поддерживаемый правительством, так называемой Четвертой Промышленной Революции (Industry 4.0)². В США также созданы «Коалиция Лидерства в Умном Производстве» (SMLC)³, «Консорциум Промышленного Интернета» (ИИС)⁴, действующие в контексте реиндустриализации страны и возвращения промышленности (нового уровня, где рабочая сила в значительной степени подменяется «умными системами» и робототехникой) из Юго-Восточной Азии.

Обозначим три предыдущих индустриальных скачка и затем охарактеризуем особенности предстоящей — четвертой, по классификации немецких исследователей, промышленной революции.

Первая индустриальная революция происходит в конце XVIII в. с распространением механических ткацких и прочих станков, приводимых в силу водой и паром.

Вторая промышленная революция конца XIX — начала XX вв. знаменуется появлением первых электрических конвейеров. Причем исторически первыми были не линии сборки, а линии «разборки» — разделки туш на скотобойнях Цинциннати (Генри Форд открыто указывал, что взял идею конвейера у мясопромышленников).

Третья промышленная революция начала 70-х гг. XX в. характеризуется внедрением в производство информационных технологий — программируемых контроллеров и комплексов.

И, наконец, *четвертая промышленная революция* ожидается в ближайшие 10 лет и будет связана с распространением так называемых *киберфи-*

* Работа выполнена в рамках проекта Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ) «Человек – NBIC машина: исследование метафизических оснований инновационных антропотехнических проектов», грант N 12-03-00625.

зических систем, основанных на межмашинном (M2M) взаимодействии, беспроводных сенсорных сетях, RFID-технологиях, анализе больших данных, облачных вычислениях, дальнейшем развитии робототехники, смарт-устройств и т.п.

По сути, из вышеперечисленного видно, что базисом четвертой промышленной революции будут переживающие сейчас взрывообразный рост технологии Интернета вещей.

Далее обозначим современное положение проекта Интернета вещей и основные идеи, положенные в основу этой концепции.

Необходимо понимать, что по состоянию на 2014 год, несмотря на бурное развитие сервисов, приложений и устройств, объединяемых зонтичным термином Интернета вещей (Internet of Things, IoT) — по-настоящему глобального, «сильного» (по аналогии с сильным ИИ) Интернета вещей еще не существует. Мы сейчас находимся в ситуации, напоминающей времена, предшествующие появлению в начале 90-х гг. прошлого века той действительно Всемирной Сети, которую мы теперь все знаем. То есть существовали различные разрозненные сети связанных только между собой, к примеру, университетских или военных компьютеров. Эти сети, в отсутствие общих правил и стандартов коммуникации, адресации, маршрутизации, были изолированными друг от друга. В конце концов «победил» стандарт TCP/IP, и та система адресов и гиперссылок, которой мы все ныне пользуемся.

Так и сейчас, мы наблюдаем критическое нарастание массы «локальных» сетей устройств в этом пре-Интернете вещей, где еще нет общих стандартов и протоколов, еще не сформирована общая онтология, общая грамматика: умная система отопления, к примеру, не связана с умными шторами другого производителя или «не понимает» данные носимых датчиков пульса и давления своего хозяина.

Основная идея Интернета вещей проста — любое физическое событие — будь то сердцебиение, вспышка на солнце, дрожание паутины в осеннем лесу, испускание кванта или электроэнцефалограмма человека — это *данные*, которые с недавних пор стало значительно проще в техническом плане, и, главное, — гораздо доступнее в плане экономическом⁵ — транслировать в Сеть.

По сути, Интернет вещей⁶ — качественно новый этап развития Сети, позволяющий сопрягать (как в пространстве, так и во времени) любые физические и виртуальные объекты, процессы, системы с помощью любых алгоритмов, программ или интерфейсов.

Критическими для Интернета вещей являются:

- 1) распознавание (идентификации — ID) объекта;
- 2) адресация этих объектов, систем, их конфигураций или отдельных событий в Сети, т.е. предоставление соответствующим физическим процессам своего отдельного IP-адреса;

3) способность к детекции изменения собственного состояния (и состояния среды) и передачи этих данных в Сеть (сенсоры);

4) способность изменять собственное состояние (и действовать на другие объекты) на основе полученных сигналов из Сети (актуаторы);

5) способность вещей иметь собственную встроенную память (RFID-чипы, коды и т.п.);

6) способность самих вещей к процессингу информации («Проникающий Компьютинг» — UbiComp);

7) способность вещей обращаться к удаленным «облачным» базам, алгоритмам, сервисам, обрабатывающим эти данные (в том числе и с помощью технологий «больших данных» — Big Data).

Вышеперечисленные тренды Интернета вещей, наряду с развитием робототехники, позволяют представить особенности центрального звена четвертой промышленной революции Industry 4.0 — так называемый Разумной Фабрики (Smart Factory). Итак, на Разумной Фабрике⁷:

- компоненты и элементы систем (станков, конвейеров...) связаны между собой через Интернет, мониторируют собственное состояние с помощью сенсоров, способны к удаленной реконфигурации в зависимости от обстоятельств;

- заготовки и машины сами знают последовательность стадий продукции и, в случаях прерывания одной цепочки или недостатка какого-либо компонента, направляют процесс по альтернативному пути;

- сам материал заготовок знает и сообщает инструментам обработки, каким образом его надо обрабатывать;

- дизайн продукта может быть изменен индивидуально онлайн в процессе производства;

- компоненты продукта знают свой путь в производственной цепочке;

- продукт знает сам, как его упаковать, какую спецификацию и прочую информацию указать на упаковке;

- конечный продукт сам знает свою логистическую цепочку на склад и далее — к потребителю.

К Разумной Фабрике примыкают концепции «Умных электрических сетей» — GRID, «Умного транспорта», «Умных строений».

Даже беглого взгляда на грядущие изменения достаточно, чтобы предположить глобальные системные изменения, связанные с новой онтологией Интернета вещей. Рассмотрим подробнее некоторые из его аспектов:

Идентифицировать отдельную вещь и привязать ее к определенному IP-адресу можно не только с помощью RFID-метки⁸. Это может быть штрих-код (в том числе нано-штрих-коды), QR- или любой другой оптически считываемый код, химическая, радиационная идентификация, распознавание образов, GPS или любой другой геопозиционный трекинг, уникальный код мобильного оператора, инвентарный номер и так далее.

Обеспечить абсолютно любой объект (вплоть до пластиковых стаканчиков или отдельных эритроцитов) своим собственным IP-адресом стало возможным совсем недавно, когда полноценно начал свою работу новый интернет-протокол — Ipv6. Прошлый протокол Интернета Ipv4 предполагал подключение к сети только компьютеров и других вычислительных устройств, которых во время проектирования протокола, было не так много. И хотя адресов было выделено достаточно сверх всяких обозримых в то время ожиданий, адреса этого протокола все равно скоро закончатся.

Следующий протокол Ipv6 располагает таким количеством адресов, что теоретически этих адресов хватит в буквальном смысле на каждый отдельный атом планеты Земля. За счет использования длины адреса 128 бит вместо 32 бит, точное количество будет $3,4 \cdot 10^{38}$ адресов. Для наглядности: это $6,5 \cdot 10^{28}$ на каждого человека, живущего на планете, или 667 квадрильонов адресов на квадратный миллиметр земной поверхности.

Самое интересное, что подобные цифры кажутся большими лишь в сопоставлении со *статичными* объектами. В концепции *глубокой адресации*⁹ IP-адрес может иметь любая конфигурация системы, любое событие, что отсылает нас к идеям *цифровой вселенной*¹⁰.

Итак, вещи учатся чувствовать за счет сенсоров, коммуницировать друг с другом и с людьми за счет идентификации и выхода в Сеть, а также воздействовать друг на друга самым нелинейным и программно-опосредованным способом. Кроме того, в связи с широко известным законом Мура, удешевление и миниатюризация процессоров и компьютерной памяти ведет к тому, что в обозримом будущем каждый производимый артефакт, повторюсь, — вплоть до пластиковых стаканчиков — будет возможным делать сразу как миникомпьютер. Это лишь на первый взгляд абсурдно. Сложные артефакты (например, смартфоны) просто нуждаются в разумных компонентах и деталях — для их автоматизированного «разложения».

Напомним, что способность запоминать, а также вычислительные, рецепторные и семиотические свойства молекулярных наномашин — к примеру, рибосом, их возможности взаимодействовать с «облаками»¹¹ нуклеотидной информации, именно все эти их способности, наряду с общей *сложностью* биосистем обеспечивают свойства живого к самопроизводству и саморазвитию. И, главное, это помогает создавать циклы синтеза и утилизации. Как известно, наиболее сложноорганизованные биоценозы очень эффективно используют вещества, требуя совсем немного притока извне и производя совсем немного не утилизируемой так называемой мортмассы. А вся биосфера, в идеале, работает лишь за счет притока солнечной энергии.

Мы коснулись краеугольной темы *сложности* технических систем, когда количество элементов, качество их связей и уровней регуляции

напрямую определяет некие отчетливые классы свойств разных технических периодов. Согласно академику В.С. Степину¹², от машинной эры с небольшим количеством деталей в механизмах, сравнительно небольшой сложностью производственных цепочек и вообще социотехнических систем, мы перешли к эре саморегулирующихся машин и систем, в которой сейчас находимся.

Следующий скачок сложности, связанный как с возрастанием количества элементов в системах, так и сложности их взаимосвязей, по Степину — произойдет в самое ближайшее время. И связан этот ароморфоз будет с доминированием так называемых самовоспроизводящихся и самоулучшающихся систем. Склонность к автопоэзу и эволюции до недавнего времени были присущи исключительно живым системам.

Брюс Стерлинг, один из ведущих медиатеоретиков в области Интернета вещей, также обозначает в своей работе¹³ следующую стадию (после современного этапа «Спайм», когда информационная составляющая производимого артефакта становится все весомее) существования вещей как «Биот».

Там же автор делится своим представлением о трех уровнях определенности будущего: 1) известное известное (например, повторяющиеся с высокой вероятностью события по типу восхода солнца); 2) известное неизвестное (например, весь возможный спектр результатов планирующегося научного опыта) и, наконец, 3) неизвестное неизвестное, т.е. такие феномены, события и явления, которые мы в принципе не ожидаем, они за гранью нашего эпистемологического горизонта («голкондрина до дзюмбания доросла»)¹⁴. На вопрос: «как же можно подготовиться к неизвестному неизвестному?», Стерлинг дает однозначный ответ: путем Разнообразия. Только цветущая Сложность¹⁵ внутреннего мира человека, социальных моделей, невероятных событий и историй, ассоциированных с новыми типами актантов новых уровней сетей (преодолевающих различия разумного/неразумного, живого/неживого...) — лишь эта *цветущая Сложность* может быть достаточно гибкой и адаптивной к эмерджентным вызовам эпохи великих трансформаций, в которую мы уже вступили.

Согласно уже хорошо доказанному сценарию неадаптивной теории эволюции генома¹⁶, основной материал для последующего роста сложности организмы черпают не из «полезных» мутаций, а из «нейтральных» — тех изменений наследственности, которые приносят странности, никак не помогающие организму выжить, но и не попадающие под действие «очистительного отбора». Затем, при появлении новых обстоятельств, весь этот массив готовых наработок является «базой», из которой можно комбинировать новые функции, переформатируя связи и назначения казавшегося ненужным анатомического и физиологического «хлама»¹⁷.

Таким же образом вселенная разумных вещей порождает на порядок больше типов *устойчивых* субъект/объектных, межсубъектных и межобъектных взаимодействий. И, далее, совокупность возможностей облачных технологий, сложных алгоритмов, ИИ — позволяет комбинировать возникающие ансамбли в органичные целостности. Компонентами этих целостностей (иногда очень короткоживущих, «под ситуацию») за счет увеличивающейся связности, емкости и возможностей памяти могут служить весьма распределенные в пространстве и времени системы, в том числе очень сложные «традиционные» образования и институты.

Каким же образом новый тип производства, основанный на «разумных вещах»¹⁸ способен повысить уровень организационной сложности Общества? Пластичность и индивидуализация производства в Industry 4.0 существенно усиливает информационный компонент артефакта.

Первый способ может заключаться в переформатировании артефактов в своего рода *порталь*¹⁹. Такие вещи-тотемы способны вовлечь вас в некое повествование, перенести в другое место и время. Сейчас мы догадываемся об истории предмета отвлеченно, приблизительно: по налету времени, по характеру царапин и износа, отметинам и признакам владения. Но что, если эта история будет описана в более буквальном смысле — самим предметом или каким-то автором? В таком случае предметы станут своеобразными призмами, через которые можно будет смотреть во времени вспять, выслушать их историю и историю их окружения. Эти идеи получают свое развитие уже сегодня, например, в виде разработки, реализации и совершенствования проекта дополненной реальности.

Второй подход можно обозначить — «*предметы как субъекты*»²⁰. Понимается, что чем чаще предметы взаимодействуют с окружающим их миром, тем проще предположить, что у них есть какая-то точка зрения, субъективность, позволяющая нам воспринимать предметы не как безмолвный реквизит для нашей жизни, а как неких новых ее участников, живущих вместе с нами. После того, как предмет начал различать нас, реагировать и отвечать, то он воспринимается хоть и не как живой, но все же по-новому — как действующий. Он вовсе не представляется человекоподобным, но открывается с новой необычной для вещей и машин стороны. Как датчики различают людей? А как камера узнает автомобиль? В какой-то мере такое субъективное восприятие уже развивается даже в отношении систем, действия которых, очевидно, рассчитываются компьютером. К примеру, когда мы взаимодействуем с системами распознавания голоса и жестов, то у нас в мыслях складывается некое представление (верное или неверное) о том, как система понимает нас, как она «слышит» и «видит» нас. Мы не только начинаем воспринимать машину как субъект, но и подстраивать наше поведение для лучшего общения с ней, едва заметно меняя произношение или походку. А как будут изменяться наше мысленное представление и по-

ведение по мере того, как взаимодействие будет становиться все более сложным и перейдет с компьютеров на повседневные предметы?

В рамках концепции *«предметов-предсказателей»*²¹ разрабатываются практики предположения и описания предметов гипотетических, в качестве средства заглянуть в ближайшее будущее. В возникшем направлении дизайнерской фантастики эти воображаемые предметы создаются вкупе с соответствующей легендой о социальном, культурном и этическом подтексте их использования. Эти вещи подобны кусочку голограммы: на них словно запечатлено с определенной перспективы мгновение из целого иного мира. Они еще не существуют, но скорее представляют собой артефакты из возможного будущего, позволяя нам задуматься о дальнейшем развитии событий и неожиданных отголосках наших сегодняшних деяний.

В заключение хотелось бы отметить, что обозначенные в данной работе векторы технологического развития усиливают и без того существующий процесс ревитализации²¹ на некоем новом уровне элементов архаического и мифопоэтического сознания. Эта тема ждет отдельного исследования; перечислим лишь несколько отдельных моментов:

- Возможность коммуницировать с помощью отправки фотографий и видео со смартфонов, и, далее, — непосредственно «невербально» подключаясь к потоку образов и ощущений Другого за счет носимых сенсоров и устройств, интенсивное использование геолокации и картографических сервисов — все это стимулирует пространственно-образное мышление, присущее архаике²²;

- Новоприобретенная способность вещей «говорить» (RFID-метки, коды...), «чувствовать» (сенсоры) и «мыслить» (проникающий компьютеринг) отсылает нас к одушевленным предметам анимизма;

- Новый уровень удаленной связности, возможности коммуникации объектов на расстоянии, «псевдонекаузальных» киберфизических алгоритмов взаимодействия с виртуальной средой в Интернете вещей способствует появлению современных аналогов практически всех видов²³ «магии»;

- «Сплавление» физического и виртуального миров в новых типах гибридных реальностей актуализирует особенности восприятия, характерные для мифопоэтического и мифологического мышления.

В целом технологическая доступность обращения цифрового и символического в материальное и наоборот способствует появлению современных адаптаций синкретических практик (например, алхимии²⁴) и расцвету новой «метафоричности» мира, находящегося на пороге новых глобальных технологических трансформаций.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Тищенко П.Д. Мир — машина: система и диастема / под ред. Ф.Г. Майленовой. — М.: ИФ РАН, 2013. Вып. 7. С. 10 — 25.

² Heng S. Industry 4.0. Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon. – Frankfurt am Main, 2014. P. 2.

³ SMLC Forum: Priorities, Infrastructure, and Collaboration for Implementation of Smart Manufacturing. – Washington, SMLC, Workshop Summary Report (D.C.). 2012. P. 3

⁴ Evans P.C., Annunziata M. Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. – 2012. P. 7.

⁵ Критическое удешевление сенсоров, RFID-меток, совершенствование и распространение стандартов связи, узлов, контролеров, сетевых сервисов и т.п.

⁶ Термин «Интернет вещей» многим не нравится. Однако это исторически сейчас наиболее ходовое зонтичное обозначение техно-социальных процессов, разные стороны которых раньше называли Ambient Intelligence – Распределенный Интеллект, Smart Environment – Разумная Среда, UbiComp – Ubiquitous or Pervasive Computing, что означает в зависимости от контекста – Проникающий или Растворяющийся компьютеринг, M2M-межмашинные взаимодействия, а также непосредственно примыкающие к теме проекты носимых устройств и Расширенной или дополненной реальности – AR или Augmented Reality. На наш взгляд, более адекватно передает суть вопроса термин Cisco-Systems «Internet of Everything», т.е. «Интернет всего», намекающий на радикальность новой онтологии всевязности и панкоммуникации.

⁷ Heng S. Industry 4.0. Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon. P. 5.

⁸ RFID – Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация. Микрочипы RFID сейчас широко используются в транспортных, кредитных картах, загранпаспортах, системах безопасности, логистики и т.п.

⁹ Bratton B. Deep address. – URL: <http://designgeopolitics.org/projects/deep-address-ipv6-ecology/>

¹⁰ См. подробнее: работы Konrad Zuse, Edward Fredkin, Jürgen Schmidhuber, Stephen Wolfram, Seth Lloyd и др.

¹¹ Согласно концепции «облачной робототехники», роботу необязательно иметь все знания и алгоритмы поведения «на борту» – он может запросить их по обстоятельствам из удаленных облачных баз данных. Также роботу в кибер-физической среде ориентироваться легче за счет подключения к онлайн данным сенсоров, распределенных в пространстве вокруг и машинного считывания меток, предоставляющих описание предмета, инструкции и т.п. (см. подробнее: The Robot in the Garden. Telereobotics and Telepistemology in the Age of the Internet / Edited by Ken Goldberg. – MIT Press, 2000).

¹² Степин В.С. Цивилизация и культура. – СПб.: СПбГУП, 2011. С. 25.

¹³ Sterling B. Shaping Things. – MIT Press, 2005.

¹⁴ См.: Лем С. Кибериада. – М.: Аст, 2010. С. 23.

¹⁵ См.: Аришинов В.И. Синергетика встречается со сложностью // Синергетическая парадигма: синергетика инновационной сложности. – М., 2011.

¹⁶ Lynch M. The Evolution of Genetic Networks by Non-Adaptive Processes. Nat. Rev. Genet. 2007. P. 803 – 813.

¹⁷ Подробнее см.: Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. – М., 2014.

¹⁸ Вещи здесь подразумеваются в широком смысле концепции SmartX (разумная энергетика, умный дом, умное здравоохранение...)

¹⁹ Lloyd A. If This Toaster Could Talk. Narratives in the age of the smart object. – URL: <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/09/if-this-toaster-could-talk/279276/>

²⁰ Там же.

²¹ Там же.

²² «Замечено, что интерес к прошлому возрастает тогда, когда со всей серьезностью осознается кризис настоящего; строго говоря, чем глубже кризис настоящего, тем глубже в истории ищется ответ об истоках, та развилка, на которую свернуло человечество в своем движении к настоящему кризисному состоянию. Говоря о кризисе западной цивилизации, Ницше и Хайдеггер обращались к до-

сократикам для поиска выхода из него. Аналитики современности, экологически ориентированные мыслители, футурологи идут дальше, все чаще обращаются к архаике» (Савчук В.В. Топологическая рефлексия. – М., 2012. С. 164).

²² Меркулов И.П. Когнитивные способности. – М., 2005. С. 128.

²³ Токарев С.А. Сущность и происхождение магии. Типы магии // Ранние формы религии. – М., 1990. С. 426 – 432.

²⁴ См., например: Miller S. Transforming Transformation: Background to an Alchemical Cybernetics. – URL: http://elements.spiritalchemy.com/articles/pdf/Transforming_Transformation.pdf.

REFERENCES

Arshinov V.I. Sinergetika vstrechayetsya so slozhnostyu. Sinergeticheskaya paradigma: sinergetika innovatsionnoy slozhnosti. Moskva, 2011.

Bratton B. Deep address. URL: <http://designgeopolitics.org/projects/deep-address-ipv6-ecology/>

Evans Peter C., Annunziata M. Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. GE, 26 November, 2012. P. 7.

Goldberg K. (Edited by) The Robot in the Garden. Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet. MIT Press, 2000.

Kunin Y. V. Logika sluchaya. O prirode i proiskhozhdenii biologicheskoy evolyutsii. Moskva, 2014.

Lloyd A. If This Toaster Could Talk. Narratives in the age of the smart object. URL: <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/09/if-this-toaster-could-talk/279276>.

Lynch M. The Evolution of Genetic Networks by Non-Adaptive Processes. Nat. Rev. Genet. 2007. P. 803 – 813.

Merkulov I.P. Kognitivnye sposobnosti. Moskva, 2005. P. 128.

Miller S. Transforming Transformation: Background to an Alchemical Cybernetics http://elements.spiritalchemy.com/articles/pdf/Transforming_Transformation.pdf 2.

Heng S. Industry 4.0. Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon. Frankfurt am Main. P. 2.

Savchuk V.V. Topologicheskaya refleksiya. Moskva, 2012. P. 164.

SMLC Forum: Priorities, Infrastructure, and Collaboration for Implementation of Smart Manufacturing. Washington, D.C. SMLC, Workshop Summary Report. 2012. P. 3.

Stepin V.S. Tsivilizatsiya i kultura. – Sankt-Peterburg: SPbGUP, 2011. P.25.

Sterling B. Shaping Things. MIT Press, 2005.

Tishchenko P.D. Mir – mashina: sistema i diastema. Vyp. 7. Pod red. F.G. Maylenovoy. Moskva: IF RAN, 2013. P. 10 – 25.

Tokarev S.A. Sushchnost i proiskhozhdeniye magii. Tipy magii. Ranniye formy religii. Moskva, 1990. S. 426 – 432.

Аннотация

Статья посвящена антропологическим и социальным измерениям, связанным с проектами четвертой промышленной революции и Интернета вещей.

Ключевые слова: четвертая промышленная революция; Industry 4.0; Интернет вещей; природа 2.0; конвергентные технологии; NBIC; искусственный интеллект; робототехника; разумная среда.

Summary

The article deals with antropological and social dimensions based on Industry 4.0 and Internet of Things projects.

Keywords: industry 4.0; Internet of Things; nature 2.0; converging technologies; NBIC; artificial intelligence; robotics; smart environment.