

## Тенденции развития информационных технологий в сфере ЖКХ

*А.А.Корецкий<sup>1</sup>, В.Б.Подопригора<sup>2</sup>, А.В.Ярцев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Южный федеральный университет, г.Таганрог*

<sup>2</sup>*ОАО «НПП КП «Квант», г.Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В работе рассмотрены основные тенденции развития информационных технологий в сфере ЖКХ. Основным направлением развития систем учета энергоресурсов и воды является энергоэффективность, которая достигается либо за счёт используемых материалов, либо за счёт конструктивных решений. Автоматизированные системы коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) позволяют объединять разрозненные данные от приборов учёта и передавать их в центры обработки информации. Применение АСКУЭ позволяет вести учет потребленных ресурсов, контролировать утечки и потери, накапливать данные для дальнейшей обработки и прогнозирования, а также формировать массивы данных для применения технологий BigData и нейросетей. В России накопителем данных является система ГИС ЖКХ. В будущем АСКУЭ станут частью организационно-технической концепции «Индустрия 4.0».

**Ключевые слова:** измерительные схемы, приборы учета, Интернет вещей, АСКУЭ, BigData, нейросети.

### Введение

С развитием технологий повышение комфортности жизни в домах, точность учёта расхода энергоресурсов и постепенное снижение потребления ископаемого топлива и сопутствующих ему вредных выбросов в атмосферу стали ведущим направлением в ЖКХ развитых стран. На первое место выходят технологии позволяющие повысить качество жизни людей в городах, облегчить бытовые условия, и в то же время не нарушать экосистему или, по крайней мере, снизить влияние на окружающую среду. В последнее десятилетие появились основные тренды в развитии сферы ЖКХ, отвечающие на вызовы которые формируются в социуме.

Задачей данной работы является рассмотреть основные направления развития информационных технологий и возможности их применения в системе учета, контроля и прогнозирования потребления энергоресурсов и воды.



### Основная часть

Основным приоритетом для многих европейских компаний производящих стройматериалы, а также занимающихся ресурсоснабжением различных объектов ЖКХ стала энергоэффективность. Основная цель развития новых технологий - уменьшение расхода энергоресурсов, тепла и воды, и вместе с тем повышение комфортности жилья и качества жизни. В Германии, Франции, Италии, Швейцарии, Испании, Турции, Дании и других странах уже сейчас реализованы сотни строительных проектов, получающих энергию от солнечных батарей, а также удерживающие тепло за счет специальных материалов и особенностей конструкций. В последнее десятилетие появилось такое понятие как «умный дом», т.е. дом оснащенный всеми новинками техники, при строительстве которого использованы инновационный технологии, со многими автоматизированными функциями, с управлением используя Интернет-каналы, и, вслед за этим, стали актуальны такие понятия, как «пассивный» и «активный» дом. Первый выстроен так, чтобы минимизировать все потери тепла и электроэнергии за счёт использования специальных стройматериалов и утеплителей, расположения окон так, чтобы повысить освещённость помещений светом Солнца, а также систем вентиляции с рекуперацией тепла [1]. Второй должен иметь специальные инженерные системы, обеспечивающие положительный энергобаланс: например, солнечные панели на крыше и накопители электроэнергии для освещения в тёмное время суток без зависимости от электросети, датчики движения, управляющие включением осветительных приборов по факту присутствия человека в помещении, системы управления отоплением и вентиляцией, автоматическое согласование работы систем микроклимата в доме [2]. Именно в последнем случае применяются новейшие информационные технологии, позволяющие собрать большой массив данных о расходе энергии в доме.

---

С развитием информационных технологий появились системы автоматизированные системы коммерческого учёта энергоресурсов (АСКУЭ). Эти системы позволяют объединить данные от множества счётчиков, приборов учета либо целых систем типа «умный дом». Все поступающие данные обрабатываются на сервере централизованно, и соответственно используются для расчёта требуемого объёма энергоресурсов в различных масштабах: для района, города, региона и страны. Одной из необходимых функций является точный и индивидуализированный расчёт ежемесячной оплаты за потребление энергоресурсов. Во многих АСКУЭ встроена функция прогнозирования потребления по времени суток и сезонам года. Постоянный и своевременный учет при использовании АСКУЭ также способствует снижению расходов на общедомовые нужды в многоквартирных домах. В последнее время стало актуальным предъявление повышенных требований к периодичности снятия показаний с приборов учета. Причиной этому является необходимость обеспечения оптимальных режимов работы оборудования, не допускающих как перерасхода, так и недорасхода энергоресурсов [3].

Причины постепенного перехода к энергосбережению в масштабе крупных систем описаны в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. под общим названием «большие вызовы» (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»). Для развития сферы ЖКХ наиболее значимы большие вызовы связанные с тем, что в последние годы наблюдается исчерпание возможностей экономического роста России. Основной проблемой является то, что в нашей стране в основном экстенсивная эксплуатация сырьевых ресурсов, и достаточно медленные темпы развития и формирования цифровой экономики. Можно выделить группу стран-лидеров, развивающих и

---

поддерживающих новые производственные технологии ориентированные на использование возобновляемых ресурсов.

Современное общество оказывает огромное воздействие на окружающую среду, и возникает реальная опасность для жизни и здоровья людей, а также велика вероятность прекращения воспроизводства многих жизненно важных ресурсов, таких как вода и т.п.

Ещё одной важной проблемой, или вызовом, является состояние энергетических систем. Эта сфера требует переоснащения и качественного изменения как глобальных, так и локальных систем энергоснабжения. Для обеспечения всевозрастающих потребностей в электроэнергии необходима качественная выработка энергии, её сохранение, передача и использование.

Несмотря на появление и развитие АСКУЭ, в России применение происходит достаточно медленно, в силу различных причин, и эти системы получили большее развитие и внедрение в компаниях занимающихся генерацией и сбытом энергоресурсов. В среднем и малом бизнесе АСКУЭ внедрены лишь в 15-20% из всех применений.

При создании АСКУЭ необходимо обеспечить надежную передачу между различными частям системы, для чего наиболее применимы технологии межмашинного взаимодействия, системы типа M2M, которые позволяют сделать АСКУЭ частью более общих систем. Исходя из такой концепции, АСКУЭ как нельзя лучше вписывается в быстроразвивающееся направление - «Интернет вещей» (IoT) [4]. Самый распространённый тип устройств M2M на данный момент – это интеллектуальные счётчики и приборы учёта расхода различных видов ресурсов. Распределенные сети приборов учёта с функциями анализа передаваемых данных, так называемые «умные сети», помогают более эффективно использовать энергию. Такой подход обеспечивает своевременный учёт потребленных ресурсов, позволяет формировать квитанции и отчёты в режиме реального времени, а также

---

уменьшает трудовые и временные затраты компаний и конечных потребителей. По данным ресурса Ovum TNT Inteligance, интеллектуальные приборы учёта и счётчики ресурсов являются самым крупным сегментом: прогнозируется, что в 2019 году на них будет приходиться около 25% от общего количества интеллектуальных датчиков «Интернета вещей». Предполагается, что до 2020 года в России будет установлено порядка 7 млн. счётчиков электроэнергии, согласно Программе по энергоэффективности в энергетике (программа принята приказом Минэнерго России от 10.05.2011 г.). На сегодняшний день в России количество интеллектуальных счётчиков составляет нескольких сот тысяч, но, по данным «РБК», производственные мощности предприятий, выпускающих электросчётчики, в 2014 году увеличились на 45% по сравнению с 2010 годом, достигнув годового объёма выпуска в 8,7 млн. штук. В России уже созданы все условия для повсеместного внедрения систем коммерческого учёта энергоресурсов, и с каждым годом количество разрабатываемых систем продолжает неуклонно расти [4].

Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов имеют большой разброс функционала, что определяет их сферу применения и назначение. Системы, представленные на российском рынке можно разделить на две группы:

- АСКУЭ созданные на основе систем верхнего уровня с упрощенным функционалом. Для работы, установки и обслуживания программной системы требуется иметь образование инженера АСУ или пройти дополнительное обучение.

- АСКУЭ, созданные специально для сферы ЖКХ и ориентированные на потребителя энергоресурсов. Данные системы представляют собой достаточно простые информационные решения, пользователю предоставляется ограниченный объем информации. Программный продукт

---

имеет удобный интерфейс с личными кабинетами, применение данного продукта не требует специальных знаний для пользования системой.

Основными тенденциями в развитии систем АСКУЭ является появление удобных для пользователей WEB-интерфейсов, появление приложений для смартфонов, расширение пользовательского функционала.

В качестве примера можно привести систему комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ, разработанную ОАО «НПП КП «Квант» (г. Ростов-на-Дону) совместно с ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет». В данной системе ПО делится на клиентское, сервисное и аналитическое, имеющие различные функции [5]. В основе аналитического программного обеспечения лежат алгоритмы проверки на достоверность поступающих данных, прогнозирования возникновения нештатных ситуаций, таких как утечки и хищения. Отдельно можно выделить программный модуль разноуровневого прогнозирования потребления. Имеется возможность прогнозировать как среднесуточное потребление, так и потребление в течение месяца, и при накоплении достаточного количества данных, в течении года. Клиентское программное обеспечение взаимодействует с внешними системами. В функционал Клиентского ПО входит подготовка отчётов различного уровня, формирование квитанций, получение необходимой информации и расчётов от аналитического ПО, предоставление информации пользователю в удобной форме. Также в этом программном обеспечении есть возможность для хранения данных, полученных от приборов учета. Ещё одной частью программной системы является Сервисное программное обеспечение. Оно предназначено для настройки основных параметров функционирования приборов учета, диагностики линий связи и функционирования элементов комплекса.

---

Одним из уязвимых мест АСКУЭ является наличие телеметрических каналов связи, по которым осуществляется сбор информации, т.к. создание и эксплуатация таких каналов связи влечет за собой финансовые затраты, и передача информации по ним ненадежна, вследствие потери данных из-за неустойчивости связи. Эта проблема решается применением защищенных каналов связи, специальных алгоритмов передачи данных и шифрованием. В целях повышения финансовой привлекательности и надежности АСКУЭ данного типа процесс автоматизации реализуется в многоэтажных зданиях с большой концентрацией потребителей и на промышленных предприятиях. Кроме того, в таких системах существует опасность умышленной блокировки канала передачи информации.

При обработке больших объемов данных от различных типов счётчиков требуется учитывать разнородность поступающей информации и точно группировать данные по типам, что определяет повышенные технические требования к системам машинной обработки. Для решения подобных задач наиболее применимы технология типа BigData, которая подразумевает различные инструменты, подходы и методы обработки как структурированных, так и неструктурированных данных для последующей обработки и анализа [6]. Говорить о «больших данных» можно только тогда, когда поток данных превышает 100 Гб в день.

Базовым принципом обработки больших данных является горизонтальная масштабируемость, которая обеспечивает распределенную обработку данных. Поступающие данные распределяются по вычислительным узлам, а обработка происходит без значительного падения производительности в пиковые часы.

При использовании технологии BigData необходимо обеспечить безопасность персональных данных, в соответствии с Мавританской резолюцией. Основными принципами является открытость информации о

---

составе собираемых сведений, их обработке, целях использования и передачи третьим лицам. Для использования данных необходимо получение согласия на использование и т.д [6].

С 2017 года в России запущена система для координирования и сбора информации об объектах ЖКХ - Государственная информационная система ЖКХ (ГИС ЖКХ). Данная система предназначена для длительного хранения информации обо всех жилищно-коммунальных предприятиях на территории Российской Федерации. Ее деятельность регламентирована Федеральным законом от 21.07.2014 № 209-ФЗ «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства». Вся информация о состоянии систем коммуникации, потребленных ресурсах, обо всех коммунальных услугах, о состоянии жилищного фонда. Также в системе размещаются отчёты о деятельности поставщиков услуг, данные о тарифах на оплату жилья. Для всех потребителей коммунальных услуг есть возможность получать самую актуальную информацию о стоимости услуг, квитанции на оплату, а также оплачивать услуги [9].

Чтобы обеспечить бесперебойную подачу энергоресурсов с учетом постоянного роста потребления, а также сформировать рекомендации по его оптимизации, существует острая необходимость в создании прогнозирующих моделей. При подключении функций «умного дома» в домохозяйстве резко изменяется вид графика энергопотребления, особенно в краткосрочном периоде. Чтобы прогнозировать потребление в таких условиях, эффективно применять искусственные нейронные сети, способные к обучению долгосрочным зависимостям, что показано в работе. Классическая рекуррентная сеть имеет ограничение на длительность прогноза и нуждается в постоянном обновлении обучающих данных, но показывает хорошие результаты в большинстве случаев.

---



Также следует отметить, что одним из важных технических требований к АСКУЭ, приборам учёта и интеллектуальным счётчикам является их долговечность. Гарантийный срок службы счётчиков газа, например, составляет 3-5 лет, а фактический по технической документации заявлен в десятилетия [10].

Энергоэффективные светодиодные лампы имеют заявленный срок службы до 20 тыс. часов при энергопотреблении 3-8 Вт, в противовес лампам накаливания на 40-60 Вт со сроком службы в 1 тыс. часов.

Системы «умного дома» также планируется выпускать такими, чтобы ремонт и замена дорогостоящих частей требовались как можно реже. Для того чтобы сохранять привлекательность сферы для бизнеса, всевозможные датчики и актюаторы должны меняться часто, но при этом иметь низкую конечную стоимость для потребителя. Кроме того, основная модель монетизации может лежать в сфере программного обеспечения или даже новых алгоритмов, а не аппаратной части систем.

Оборудование хранения данных предполагает их накопление за очень большие периоды времени для повышения точности прогнозов будущего потребления. Кроме долговечности физических устройств, важно знать надёжность каналов передачи данных. Так, в разработанной инновационной системе комплексного учёта, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ рассматривалась надёжность двух уровней системы: нижний уровень (приборы учёта и GSM-концентраторы) и верхний уровень (GSM-канал и сервер системы). При рассмотрении комплекса как системы массового обслуживания было выявлено, что GSM-концентратор является наиболее критичным по надёжности элементом, массовый выход из строя этих элементов приведет к отказу в работе системы [11].

---

Вышеприведенные тренды в развитии технологий обработки и накопления информации являются подсистемами организационно-технической системы, являющейся частью концепции «Индустрия 4.0». Четвертая промышленная революция, более известная как «Индустрия 4.0», получила свое название в 2011 году, по инициативе бизнесменов, политиков и ученых, которые определили ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии [12]. «Индустрия 4.0» это интеграция в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов состоящая из 6 подсистем: 1) управление жизненным циклом изделия и продление срока службы; 2) технология основанная на применении «больших данных»; 3) Развитие цифрового или умного производства; 4) Создание и развитие киберфизических систем; 5) Развитие и повсеместное внедрение Интернета вещей; 6) Идея интероперабельности - функциональной совместимости [13]. Одним из наиболее значимых аспектов четвертой промышленной революции является идея «сервис-ориентированного проектирования». Подобное проектирование может быть использовано, использующих заводские настройки для производства собственных продуктов, до больших компаний и предприятий, которые поставляют индивидуальные продукты на рынки и индивидуальным потребителям.

### **Выводы.**

Основной тенденцией развития информационных технологий в сфере ЖКХ являются развитие автоматизированных распределенных систем учёта, основой, для которой является программное обеспечение, обеспечивающее получение, обработку и хранение данных. Основными инновационными технологиями является BigData, а также применение нейросетей. Развитие информационных технологий в совокупности с приборами учета является предпосылкой для развития Интернета вещей и производственного

Интернета. Разработки в свете концепции «Индустрия 4.0» позволяет производить системы адаптированные под конкретного потребителя, с учётом всех особенностей эксплуатации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства инновационной системы комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ» по постановлению правительства №218 от 09.04.2010 г. Работа выполнялась во ФГАОУ ВО ЮФУ.*

### Литература

1. IoT Agenda. Smart home or building (home automation or domotics). URL: [internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-home-or-building](http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-home-or-building).

2. Активный дом: инновационно и очень дорого (Алексей Щукин). – Эксперт Online. URL: [expert.ru/exprealty/2011/04/aktivnyij-dom\\_innovatsionno-i-ochen-dorogo](http://expert.ru/exprealty/2011/04/aktivnyij-dom_innovatsionno-i-ochen-dorogo).

3. Семенистая Е.С., Линник Н.С., Горбунов А.А. Обзор существующих схем деления систем учета расхода энергоресурсов и воды и разработка схемы деления нового типа. // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860).

4. АСКУЭ: как энергетика осваивает IoT без лишнего шума. - IoT.ru: Новости Интернета вещей. URL: [iot.ru/energetika/askue\\_kak\\_energetika\\_osvaivaet\\_iot\\_bez\\_lishnego\\_shuma](http://iot.ru/energetika/askue_kak_energetika_osvaivaet_iot_bez_lishnego_shuma).

5. Семенистая Е.С., Анацкий И.Г., Бойко Ю.А. Разработка программного обеспечения автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов и воды. // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897).

6. Что такое Big data: собрали всё самое важное о больших данных. – Rusbase. URL: [rb.ru/howto/chto-takoe-big-data](http://rb.ru/howto/chto-takoe-big-data).



7. Что такое ГИС ЖКХ и как она будет работать в 2018 году. – РРТ.ru (Помогаем Преодолевать Трудности). URL: [ppt.ru/news/137926](http://ppt.ru/news/137926).

8. В Минкомсвязи России обсудили актуализацию адресной базы жилищного фонда. – Минкомсвязи РФ. URL: [minsvyaz.ru/ru/events/38294](http://minsvyaz.ru/ru/events/38294).

9. Минстрой инициировал независимый аудит ГИС ЖКХ. – РИА Недвижимость. URL: [realty.ria.ru/realtynews/20180608/1522327854.html](http://realty.ria.ru/realtynews/20180608/1522327854.html).

10. Меркурий 231 ART III - Счетчик трёхфазный, многофункциональный. – Nonano.ru. URL: [nonano.ru/pr/incotex/merkurij-231-art-sh-schetchik-trjokhfaznyj-mnogofunktsionalnyj](http://nonano.ru/pr/incotex/merkurij-231-art-sh-schetchik-trjokhfaznyj-mnogofunktsionalnyj).

11. Воронков О.Ю., Синютин Е.С. Разработка совмещенной модели инновационной системы комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ. // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3835](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3835).

12. TTTech. Nerve. URL: [tttech.com/products/industrial/industrial-iot/nerve/?gclid=EAIaIQobChMIoJCToZOV3wIViawYCh3e0APOEAAAYASAAEgKrLfd\\_BwE](http://tttech.com/products/industrial/industrial-iot/nerve/?gclid=EAIaIQobChMIoJCToZOV3wIViawYCh3e0APOEAAAYASAAEgKrLfd_BwE).

13. 6 составляющих Industry 4.0 URL: [plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html](http://plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html).

### References

1. IoT Agenda. Smart home or building (home automation or domotics). URL: [internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-home-or-building](http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-home-or-building).

2. Aktivnyy dom: innovatsionno i ochen' dorogo [Active home: innovative and very expensive] (Aleksey Shchukin). Ekspert Online. URL: [expert.ru/exprealty/2011/04/aktivnyij-dom\\_-innovatsionno-i-ochen-dorogo](http://expert.ru/exprealty/2011/04/aktivnyij-dom_-innovatsionno-i-ochen-dorogo).

3. Semenistaya E.S., Linnik N.S., Gorbunov A.A., Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3860).



4. ASKUE: kak energetika osvaivayet IoT bez lishnego shuma. IoT.ru: Novosti Interneta veshchey. [ASKUE: how the power industry masters IoT without much noise.]

URL: [iot.ru/energetika/askue\\_kak\\_energetika\\_osvaivaet\\_iot\\_bez\\_lishnego\\_shuma](http://iot.ru/energetika/askue_kak_energetika_osvaivaet_iot_bez_lishnego_shuma).

5. Semenistaya E.S., Anatsky I.G., Boyko Yu.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)., 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897).

6. Chto takoye Big data: sobrali vso samoye vazhnoye o bol'shikh dannykh. Rusbase. [What is Big data: collected all the most important about big data] URL: [rb.ru/howto/chto-takoe-big-data](http://rb.ru/howto/chto-takoe-big-data).

7. Chto takoye GIS ZHKKH i kak ona budet rabotat' v 2018 godu. PPT.ru (Pomogayem Preodolevat' Trudnosti). [Chto takoye GIS ZHKKH i kak ona budet rabotat' v 2018 godu. – PPT.ru (Pomogayem Preodolevat' Trudnosti). URL: [ppt.ru/news/137926](http://ppt.ru/news/137926).] URL: [ppt.ru/news/137926](http://ppt.ru/news/137926).

8. V Minkomsvyazi Rossii obsudili aktualizatsiyu adresnoy bazy zhilishchnogo fonda. Minkomsvyazi RF. [The Ministry of Communications and Mass Media of Russia discussed the updating of the address base of the housing stock] URL: [minsvyaz.ru/ru/events/38294](http://minsvyaz.ru/ru/events/38294).

9. Minstroy initsiroval nezavisimyy audit GIS ZHKKH. RIA Nedvizhimost'. [The Ministry of Construction has initiated an independent audit of GIS utilities] URL: [reality.ria.ru/realitynews/20180608/1522327854.html](http://reality.ria.ru/realitynews/20180608/1522327854.html).

10. Merkurij 231 ART SH Schetchik trokhfaznyy, mnogofunktsional'nyy. Nonano.ru. [Mercury 231 ART III Three-phase counter, multifunctional] URL: [nonano.ru/pr/incotex/merkurij-231-art-sh-schetchik-trjokhfaznyj-mnogofunktsionalnyj](http://nonano.ru/pr/incotex/merkurij-231-art-sh-schetchik-trjokhfaznyj-mnogofunktsionalnyj).

11. Voronkov O.Yu., Sinyutin E.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)., 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3835](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3835).



12. TTTech. Nerve. URL: [tttech.com/products/industrial/industrial-iot/nerve/?gclid=EAIaIQobChMIoJCToZOV3wIViawYCh3e0APOEAAAYASAAEgKrLfd\\_BwE](https://tttech.com/products/industrial/industrial-iot/nerve/?gclid=EAIaIQobChMIoJCToZOV3wIViawYCh3e0APOEAAAYASAAEgKrLfd_BwE).

13.6 sostavlyayushchikh Industry 4.0 [6 components Industry 4.0]  
URL: [plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html](http://plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html).