

УМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАТФОРМ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

М.А.Пирогова, канд. техн. наук; И.Е. Лешихина, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО НИУ «Московский Энергетический Институт», Москва, Россия
В.А.Краюшкин, канд. техн. наук ООО «Продуктивные Технологические Системы»,
Москва, Россия

В статье рассматривается применимость платформ промышленного интернета вещей для решения задач цифровой трансформации производства и возможности разработки умного производства на базе отечественных программных систем.

Ключевые слова: интернет вещей, промышленный интернет вещей, цифровая трансформация

Развитие и совершенствование современного промышленного производства в текущем столетии неразрывно связано с развитием и совершенствованием применяемых на производстве информационных технологий. Информационные технологии в условиях современного промышленного производства стали реальной производительной силой, а степень освоения информационных технологий - реальным активом предприятия. Если предприятие планирует и завтра быть передовым, то уже сегодня оно обязано идти по пути цифровой трансформации своей деятельности и в первую очередь – в области производства. Цифровая трансформация промышленного производства стала насущной необходимостью индустриально-развитых обществ. В качестве организационного оформления осознания этой необходимости можно рассматривать такие межгосударственные инициативы, как европейская «*Industrie 4.0*» или американские «*Consortium IoT*» и «*Smart Manufacturing*», «история» которых насчитывает уже более 10 лет, а участие в которых для многих крупных промышленных компаний является не только показателем вовлеченности в современные процессы совершенствования производства, но и своеобразным индикатором лидерства в части комплексного освоения информационных технологий. Несмотря на некоторые различия, все эти инициативы сходны в одном: для реальной цифровой трансформации промышленности нужны инструменты такого перехода, а именно: технологическая основа цифровой трансформации - платформа промышленного интернета вещей – *IIoT (Industrial Internet of Things)* вместе с продуманной стратегией её развёртывания и применения решений на её основе. За счет участия в этих международных инициативах крупные вендоры *IT*-решений развивают прототипы своих платформ интернета вещей (*IoT*) и в варианте *IIoT* платформ. К таким практически освоенным платформным *IIoT* -решениям относятся платформы *AWS* компании *Amazon*, *MindSphere* компании *Siemens*, *FactoryTalk Edge Gateway* – совместное решение *Rockwell Automation* и *PTC*, *Leonardo IoT* компании *SAP* [1,2]. Лидерство на рынке промышленных *IoT*-решений достаточно динамично, состав «лидеров», их рейтинги «лидерства», достаточно изменчивы и положение в передовой группе зависит от того, каким образом и как быстро можно развернуть и настроить на решение задач производства функциональную структуру выбираемой платформы *IIoT*.

Отечественная промышленность тоже активно начала поиски путей перехода к настоящему цифровому производству и инструментов для этого: платформы разработки решений для цифровой трансформации производства и использования научно-практических наработок по рациональной организации такого перехода. В последнее время в связи со структурными, технологическими и организационными особенностями формирования вынужденного технологического суверенитета становится важной задача создания отечественной платформы промышленного интернета вещей – *IIoT*-платформы, адаптированной к условиям отечественного производства [3].

Платформа промышленного интернета вещей

Для промышленного интернета вещей в период 2015-2018 гг. уже сложилось понятие типовой структуры платформы, в соответствии с которой в той или иной степени согласовывали свои концептуальные *IIoT*-решения как производственные компании, выполняющие цифровую трансформацию, так и вендоры крупных *IT*-систем, привлекаемых для осуществления цифровой трансформации. В наиболее общем виде структура гипотетической типовой платформы промышленного интернета вещей и основные функциональные подсистемы такой платформы уже были рассмотрена авторами в своей статье [4]. На рис.1 также в наиболее общем виде представлена структура функционального набора элементов, с помощью которых могут быть решены задачи *IIoT/IIoT*.



Рис.1. Функциональная структура платформы промышленного интернета вещей.

В соответствии с этим общим структурным функциональным составом решается основная задача управления данными для задач цифрового производства (Рис.2.)

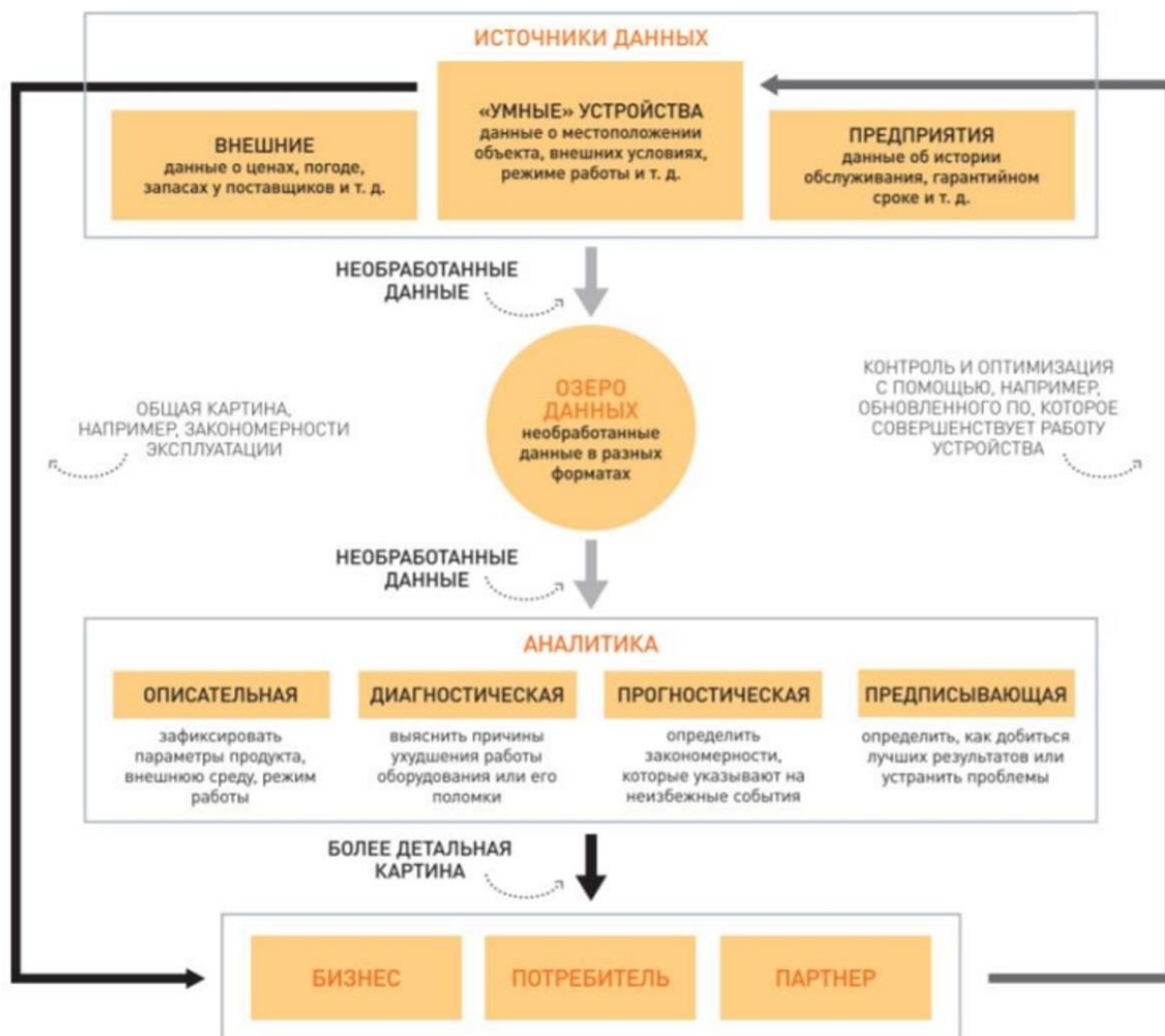


Рис.2. Данные в концепции «промышленный интернет вещей».

Основываясь на представленном выше самом общем структурном и процессном понимании концепции промышленного интернета вещей, можно утверждать, что платформа промышленного интернета вещей должна обеспечивать разработку таких решений, которые реализовывали базовый функционал:

- обеспечение поступления в систему *IIoT* данных от «умного оборудования»;
- работу в режиме «аналитических централизованных сервисов», когда сами «умные устройства» либо не делают никакого анализа «своих» данных при организации предоставления данных, либо если и делают, то только простейший анализ;
- более детальную аналитику собираемых данных на базе обобщенных данных от (всех) умных устройств в «*Data Lake*» («Озере данных»);
- использование результатов аналитики для совершенствования бизнес-процессов.

В качестве инструментальных модулей, которые должны быть включены в состав платформы промышленного интернета вещей, традиционно рассматривается следующий технологический стек *IIoT*:

- *Big data*
- Предиктивная аналитика
- Искусственный интеллект (*AI*)
- Машинное обучение (*ML*)
- Цифровые двойники (*Digital Twins*)
- Машинное зрение (*CV*)
- Виртуальная и дополненная реальность (*VR/AR*)
- Низконагруженные промышленные протоколы передачи данных
- Безопасная структура интеграции данных (плюс блок-чейн).

При цифровой трансформации производства с использованием технологического стека платформы *IIoT* необходимо использование его элементов интегрировать с существующими на предприятии, уже имплементированными в производственный процесс системами *CAD/CAM/CAE/PDM/CIM, ERP* и - на уровне производственных участков - с локальными *M2M, MES* и *SCADA*-системами. При таком понимании роли и места *IIoT* становится понятным «тяжесть» разработки платформы промышленного интернета вещей. Системы *IIoT*, как функциональное расширение систем *IoT*, основаны на своей специфической модели данных (если «умная вещь» - это изделие, контекст «Изделие»), своей модели процессов (если «умная вещь» - это автоматизированный процесс рабочего места производственного цикла, контекст «Предприятие») – см. рис.3

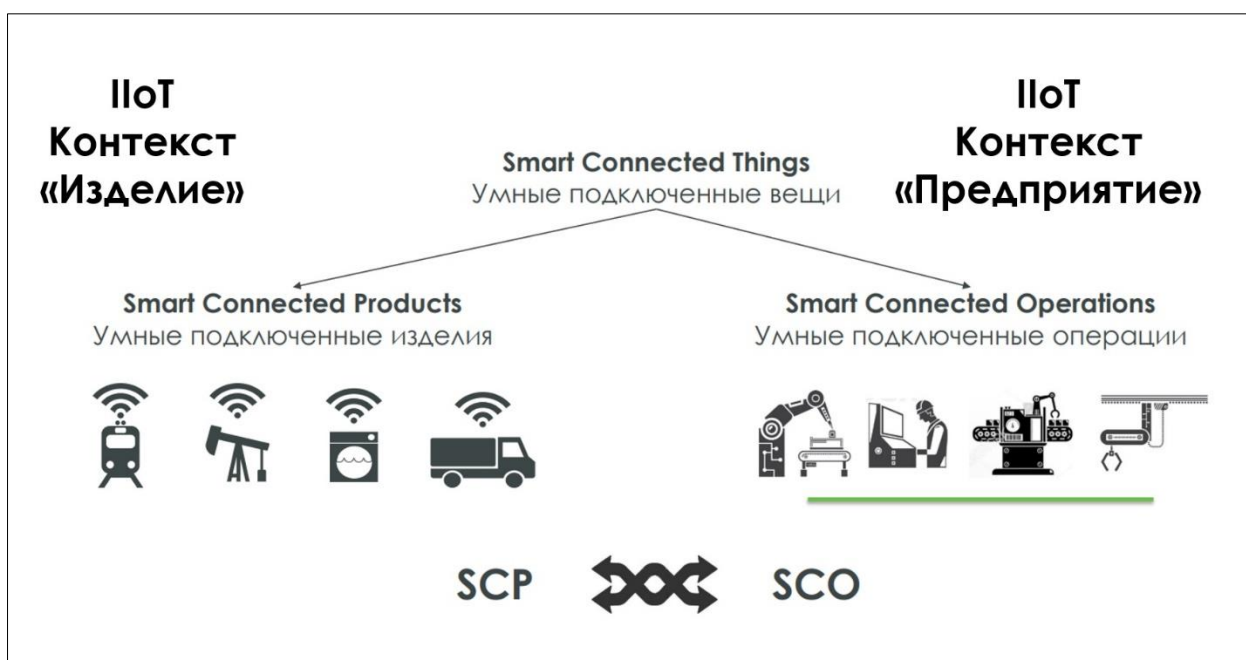


Рис.3. Контекстные различия применения концепции «промышленный интернет вещей» для случая построения информационных моделей *IIoT*-платформ с опорой на состав разрабатываемого изделия и для случая построения информационных моделей *IIoT*-платформ с опорой на состав бизнес-процессов.

В обоих случаях контекста платформы *IIoT* – как *SCP*, так и *SCO*, в функциональной структуре системы *IIoT* для каждого случая предусмотрены специфические сервисы и интерфейсы. Как правило, для цифровой трансформации предприятий непрерывного цикла

применим контекст «предприятие», для предприятий дискретного производства применимы оба контекста, но, как правило, для инновационных проектов применяется контекст «изделие». Для каждого из контекстов применения задача выбора модулей из технологического стека в значительной мере определяется текущим уровнем зрелости предприятия, что также должно учитываться разработчиками платформных решений *IIoT*.

Возможности промышленного интернета вещей в условиях опоры на отечественные индустриальные информационные разработки

Как следует из современного понимания, структура *IIoT*-решений состоит из взаимосвязанных систем технологического стека интернета вещей и промышленных информационных интерфейсов передачи данных. Кроме того, для предприятий машиностроения предлагаемое решение *IIoT* должно быть проинтегрировано с уже существующими на предприятиях системами САПР/*PDM/PLM*, а также развернутыми системами *ERP*, системами автоматизированного управления производственными процессами (АСУ и АСУ ТП), включая интеграцию с *MES*, *M2M* и *SCADA*-локальными решениями.

Цифровизация промышленного производства в терминах и понятиях промышленного интернета вещей в РФ сейчас находится в стадии «осмысления», а первые шаги в этом направлении – это разработка ГОСТ и ПНСТ по отдельным аспектам *IIoT* (чаще понимаемым и как *IoT*). В 2024 году (по состоянию на конец сентября 2024 г.) в РФ еще нет введенных ГОСТов на *IIoT*, но в последнее время, с начала 2024 года, появляются достаточно согласованно выполненные ПНСТ, некоторые из которых напрямую касаются рассматриваемой проблемы.

Базовый ПНСТ [5] - «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. Термины и определения» - утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 28 января 2021. В соответствии с этим ПНСТ «интернет вещей» (*IoT*) понимается как «инфраструктура взаимосвязанных сущностей, систем и информационных ресурсов, а также служб, позволяющих обрабатывать информацию о физическом и виртуальном мире и реагировать на нее». Далее в разъяснениях и комментариях предполагается, что в этом случае промышленный интернет вещей (*IIoT*) – это распространение понятия *IoT* на процессы и результаты промышленного производства.

Более специализированные ПНСТ в части промышленного *IoT* («умное производство», протоколы сетей связи, доверительная передача информации, унифицированная и типовая модель умного производства и т.д.), подготовлены Техническим комитетом 194 «Кибер-физические системы» Росстандарта, но при этом все они пока находятся либо в стадии разработки, либо в стадии обсуждения. В любом случае ни в одном предложении по стандартизации в области *IIoT* («умное производство») не вводится никаких пояснений или указаний на соответствие введенным и действующим ГОСТам по проектно-конструкторской деятельности, по технологической подготовке производства, по автоматизации производственных процессов и т.д.

С другой стороны, практика разработок систем *IIoT* показывает, что в любом случае любое решение *IIoT* не является развитием функционала уже существующих индустриальных информационных систем корпоративного уровня, таких, например, как *PDM*, *PLM*, *BOM* или *ERP*.

В существующих промышленных системах САПР/*PDM/PLM* от отечественных производителей нет объявленных проектов расширения моделей данных и процессов, состава микросервисов в направлении покрытия функционала *IIoT*, реализации технологического стека *IIoT*.

Разработка промышленных *IIoT*-решений в настоящее время (2023-2024) производится не на основе стандартов, а на базе платформенных (часто конкурирующих) решений.

Авторам настоящей статьи в рамках их профессиональной деятельности удалось на уровне пробного использования ознакомиться с функциональным и структурным составом некоторых передовых зарубежных платформ *IIoT*, а также и с возможностями некоторых отечественных программных систем, рекомендуемых разработчиками в качестве платформ *IoT* и даже *IIoT*. Материал, который авторы излагают ниже, основан как на изучении открытых данных по проблемам отечественного рынка информационных систем корпоративного уровня, так и на основе собственного опыта выполнения практических и образовательных работ в области *IoT/IIoT*. Некоторые отечественные, как правило, сетевые издания затрагивают проблемы разработок для промышленного интернета вещей, но последнее более-менее целостное исследование состояния проблемы разработок для *IIoT* в РФ проводилось сетевым изданием «Гадвайзер» [6] в 2022 году и с тех пор никаких обобщающих аналитических материалов на эту тему уже не появляется. В ходе дискуссий на форумах ЦИПР-2023, ЦИПР-2024, ИТОПК-2022, ИТОПК-2023 и ИТОПК-2024, в презентациях на ИННОПРОМ'ах с 2016 года, вопросы цифровой трансформации и перехода производства на уровень «цифровой фабрики», «умного производства» конечно же рассматривались, но при этом кроме сообщений о локальных реализациях концепции *IoT/IIoT* никакой значимой информации по разработкам платформ *IIoT* в РФ авторам найти не удалось. Хочется тут привести цитату из уже упомянутого обзора [6]: «... платформенных российских решений для *IIoT* пока нет, но если есть потребность во внедрении *IIoT*, то рынок отечественных предложений по платформам *IIoT* по идее должен сформироваться, поскольку западные вендоры ушли и продлять лицензии не будут. Пока же (к февралю 2023 года,) неимпортозаместившиеся российские компании используют платформы *OSI Soft PI System, AVEVA System Platform, PTC ThigWorx, Siemens MindSphere, Honeywell, Emerson* и *Yokogawa*». Но в конце 2024 года, как и было сказано ранее, «западные» вендоры ушли и их лицензии уже закрыты. Сформировался ли рынок отечественных предложений по платформам *IIoT*? Что есть в области отечественных разработок *IIoT* или в смежных областях технологического стека *IIoT* (*CV, VR, AR, BigData, AI...* и тд) у ведущих вендоров промышленного ПО в РФ в настоящее время?

Мы принципиально не рассматриваем успешные проекты Мегафона или решения Яндекса типа «умный квартал», «умный транспорт», «умный дом», наработки по стандартизации коммуникационных решений в области низконагруженных и беспроводных передач цифровых сигналов, успешные примеры реализации *AI* проектов в постковидной отечественной медицине и прочие примеры отечественных *IoT*-решений, сосредотачиваясь именно на состоянии разработок для промышленного производства, для *IIoT*.

- **Консорциум РазВИТие** (Консорциум разработчиков инженерного программного обеспечения «РазВИТие») объединяет российские компании АСКОН, НТЦ «АПИМ», *ADEM*, ТЕСИС, ЭРЕМЕКС, *IOSO*, Интермех): В течение 2023 и начала 2024 года на многочисленных форумах, включая ИТОПК-2023, РазВИТие'23, ИННОПРОМ-2024, консорциум и входящие в него компании предлагали свои решения в качестве импортозамещающего отечественного базиса цифровой трансформации производства. Не

претендуя на создание полноценной платформы промышленного интернета вещей, консорциум, тем не менее, обозначил свое понимание и место в проблеме *IIoT*. и, хотя (по состоянию на август 2024) еще не было продемонстрировано работающего прототипа и реализация стека основных функций *IIoT* пока не доведена до промышленного применения, концепт платформы в целом готов и консорциум находит ресурсы для перехода от концептуальной проработки к реальным практическим шагам продуктовой разработки. Концептуально платформа консорциума строится на основе интеграции открытой модели данных *IIoT* от ИТМО с хорошо отработанными на этой открытой модели примерами реализации в различных отраслях и в разнообразных контекстах. В качестве интеграционного сервиса с «умным производством» используется хорошо зарекомендовавшая себя в *M2M*-решениях *MES*-система «Гольфстрим». В качестве именно *IIoT* функционала в концепте предусматривается интеграция с системой мониторинга и диагностики промышленного оборудования *WINNUM Platform*. И еще, но независимо от этого проекта: Центр Инжиниринга и Технологий ИТМО и АСКОН показали на ИННОПРОМе-2023 макет «умного производства». Если говорить именно об этом опыте, то, ознакомившись с ним на выставке, понимаешь, что это не в чистом виде *IIoT*, а скорее пока только макет управляемой и настраиваемой производственной автоматизированной линии, построенной на открытой архитектуре информационной и операционной модели интернета вещей. На выставке это решение позиционировали как концепт «Цифрового двойника», который можно было бы использовать как основу развертывания «Умной фабрики». И хотя эта университетская разработка не позиционируется как решение из портфеля АСКОН, но само представление этого решения на ИННОПРОМ'е плюс стенд АСКОНа говорят о том, что данное решение концептуально имеет все шансы стать составной частью разработок консорциума РазВИТие по созданию платформы *IIoT*.

Достоинства и преимущества реализации концепции «Промышленный интернет вещей», достигнутой консорциумом «РазВИТие» : это использование *WINNUM*'а как системы с готовой информационной моделью контроля оборудования и функционалом мониторинга в стиле *IIoT* (работа в контексте «предприятие», не в контексте «изделие») с уже отработанными в функциональном наборе *WINNUM*-решений по аналитике работоспособности обслуживаемого оборудования. Кроме того, один из основных участников консорциума – АСКОН – тесно взаимодействует в плане совершенствования функциональной структуры своих решений с одним из ведущих отечественных институтов продвижения технологического стека интернета вещей – с Центром Инжиниринга и Технологий ИТМО. Можно ожидать, что объединение разработчиков промышленного ПО и специалистов в особенностях информационных структур интернета вещей приведет к значимым результатам в области промышленного интернета вещей, как минимум, в разработке информационной модели «цифровой двойник» для «умного предприятия».

Однако в рассматриваемой платформе не реализован базовый функционал концептуальной структуры *IIoT*: пока что для промышленного интернета вещей нет, вернее, не представлено никакой интеграции с самыми значимыми системами - САПР и *PDM* от компании АСКОН. На данный момент не представлено такой интеграции для гипотетически разрабатываемой платформы *IIoT* ни по информационным моделям данных, ни по моделям процессов.

- **Топ Системы:** В период 2020-2023 гг. направление по развитию комплекса *T-FLEX PLM* для промышленного интернета вещей, или, как это направление обозначено в материалах компании – решения для проекта «Индустрия 4.0», просматривается как работа с

цифровым двойником изделия на всех этапах жизненного цикла. В настоящее время, в связи с серьёзными вызовами в импортозамещении, с которыми сталкиваются все крупные отечественные поставщики САПР-*PDM-PLM* систем, компании **Топ Системы** приходится сосредотачиваться на импортозамещении именно САПР и *PDM*, оставляя пока в стороне может быть более перспективные задачи (тот же промышленный интернет вещей).

Тем не менее, что к настоящему времени предлагается компанией Топ Системы в качестве продуктового решения из области *IIoT*? В настоящее время в списке продуктов компании заказчикам из отраслей дискретного производства предлагается модульное решение *T-FLEX VR* – основа разработки «цифрового двойника» в технологии виртуальной реальности с ориентацией на контекст «изделие». Работа над модульным решением *T-FLEX VR* ведется с 2017 года, при этом основой разработки информационной модели цифрового *VR*-двойника является интеграция с *Digital Mock-Up*, интеграция с 3D-структурой сборки изделия, получаемой из *T-FLEX CAD*.

Достоинства и преимущества реализации концепции «Промышленный интернет вещей», достигнутой компанией Топ Системы: – (в отличие от многих отечественных компаний, реализующих решения в области *IIoT*) – решения от компании Топ Системы работают в контексте «Изделие».

Сложности дальнейшего развития по направлению «промышленный интернет вещей»: достигнутый на данный момент результат - это модуль *TFLEX-VR*, разработанный и доведенный до продуктового релиза силами Лаборатории *VR* в Топ Системах. С 2024 года инициативы по модулям технологического стека *IIoT* остались только в направлении *VR*, дальнейшего развития с охватом всего стека *IIoT* и/или разработки информационной модели «умного изделия» или «умного производства» с интеграцией с *TFLEX*-модулями не наблюдается, а возможные ресурсы разработчиков «перекинуты» на другие, более «традиционные» для Топ Систем, направления. Что касается хорошо себя зарекомендовавшего модуля *TFLEX-VR* – модуль достойно работает только в связке со «своими» модулями *T-FLEX*, попытки работать в контексте 3D-изделия с проектными данными от других САПР приводят к необходимости промежуточных конвертаций, что существенно ограничивает получение хороших, приемлемых для промышленного применения и бесбойных результатов. Кроме того, аппаратное обеспечение виртуальной реальности, сертифицированное разработчиком *TFLEX-VR*, – это очки и *VR*-шлемы от *HTC*, *Oculus* и *Poco* – всё перечисленное оборудование не сертифицировано для промышленного применения, нет разрешения для применения в условиях реального производства в РФ, а поставка такого рода устройств как правило выполняется сейчас по «серой импортной» схеме, по схемам «параллельного импорта».

МЦД – «Моделирование и Цифровые Двойники» (до 2022 - КАДФЕМ Си-Ай-Эс). В рамках работ по развитию решений из стека технологий *IIoT* специалисты из компании МЦД разрабатывают цифровые двойники техпроцессов, цифровые двойники эксплуатационных процессов и ремонтов (ТОиР и ППР) для цифровых двойников выпускаемых изделий. В качестве платформы промышленного интернета вещей предлагается программный комплекс *ServisVizor* – решение по цифровой трансформации сервисов ТОиР и ППР, интерактивной помощи полевому персоналу по эксплуатации и обслуживанию сложных установок. В функциональной структуре *ServisVizor* предусмотрены возможности по разработке информационной и серверной структуры моделей «умного сервиса».

Достоинства и преимущества реализации концепции «Промышленный интернет вещей», достигнутой компанией МЦД: есть системная модель техпроцессов (развитие еще *CADFEM*-овской модели), кроме того, есть опыт работы с 3D-моделями изделий как основы информационной модели цифрового двойника выпускаемого изделия. Со времен *CADFEM* есть модули расчетов и есть отработанные приемы интеграции с (отечественными) АСУ ТП.

Нереализованный в рассматриваемой платформе базовый функционал концептуальной структуры *IIoT*: работа с цифровыми двойниками в технологии *IIoT* пока доступна в основном в контексте «Предприятие», нет практик по разработке на платформе *ServiseVizor* решений в контексте «Изделие».

- **ООО «Цифра»** (группа компаний «Цифра»): В рамках работ по развитию решений для цифровой трансформации производственных процессов предлагаются настраиваемые оригинальные решения из стека технологий *IIoT* и разрабатываются цифровые двойники для химического производства, добывающей и перерабатывающей отраслей. Решения группы компаний «Цифра» реализуются на платформе промышленного интернета вещей *IIoT* – оригинальной разработке ООО «Цифра». *IIoT* входит в единый реестр российского ПО.

Решения, получаемые в рамках партнерства с компаниями-заказчиками *IIoT*-проектов, в основном позиционируются как «цифровые двойники» в контексте «предприятие», то есть, выполняются с учетом таких возможностей функциональных модулей платформы, которые позволяют моделировать специфические (то есть, отраслевые) основные технологические процессы. Поскольку большинство известных по открытым публикациям и демонстрациям *IIoT*-решений относятся к добывающей отрасли или цифровой трансформации химического производства, можно с уверенностью утверждать, что понятие «цифровой двойник» в этих случаях реализует только некоторые *IIoT*-сервисы из стека промышленного интернета вещей, а именно: постоянный сбор и хранение цифрового контента функционирующего оборудования, разработка цифровых моделей функционирующего оборудования и интеграция разработанных моделей как концептуальной модели «умного производства» в целом. Кроме того, на основе разработанных моделей и с учетом получаемого «озера данных» от функционирующего оборудования появляется возможность индивидуально для каждого заказчика силами специалистов *IIoT* разрабатывать аналитические и предиктивные модели для обеспечения эффективного и устойчивого функционирования «умного предприятия». Самый свежий пример, показанный в октябре 2024 на форуме ПМГФ (Санкт-Петербург) – это «Цифровой двойник газоконденсатного актива», выполненный на платформе *IIoT* для ПАО «Газпром».

Достоинства и преимущества реализации концепции «Промышленный интернет вещей», достигнутой ООО «Цифра»: реализуется системный подход к построению целостной платформы промышленного интернета вещей, причем работы ведутся на основе единой концепции цифровой трансформации производства.

Нереализованный в рассматриваемой платформе базовый функционал концептуальной структуры *IIoT*: полученные и продемонстрированные результаты практических разработок с использованием *IIoT* реализованы только в контексте «производство», сама структура и функциональный состав платформы *IIoT* в том виде, в котором платформа

существует на конец 2024 года, пока не дает возможности вести разработки *IIoT*-решений в контексте «изделие».

Кроме вышеприведенного списка «кандидатов» на роль «родителей» будущей отечественной платформы промышленного интернета вещей, можно найти еще несколько отечественных компаний, которые позиционируют себя как разработчики решений для промышленного интернета вещей. Как правило, речь идет о решениях, закрывающих отдельные «изолированные» *IoT*-элементы технологического стека и не претендующих на развитие полученных ими результатов до цифровой платформы. И, как правило, такие компании либо предлагают локальные решения типа «цифровой двойник», «умное рабочее место», либо осуществляют проекты по информационной интеграции локальных решений *M2M*, *SCADA*, позиционируя их как «умное производство». Поскольку все примеры такого типа не могут считаться «платформой», да и сами разработчики не рассматривают их как полноценную *IIoT*-среду разработки, то в предлагаемый обзор такие компании включены не были.

Заключение

Цифровая трансформация промышленных отраслей РФ, рассматриваемая как переход к умному производству, может быть реализована только в форме промышленного интернета вещей и на базе платформы разработки решений *IIoT*. Платформы ведущих зарубежных поставщиков с 2022 года для отечественной индустрии недоступны, но процессы цифровой трансформации в РФ уже начались и их не остановить. Единственный выход – опираться на отечественных вендоров, вернее, на формирующийся рынок возможных отечественных разработчиков в области *IIoT*-решений. При этом многочисленные разработчики решений в области интернета вещей – а это, как правило, крупные телеком-компании, компании в области финтеха и компании-операторы муниципальных и региональных инфраструктур – разрабатывают решения именно интернета вещей, без учета важных особенностей промышленного интернета вещей, без индустриального применения интегрального использования технологического стека *IIoT*. Пустующую после ухода зарубежных вендоров нишу разработок *IIoT* пока не особо активно пытаются занять российские разработчики, что объясняется еще и тем, что от тех компаний, кто начал играть на поле *IIoT*, требуется разработка платформных решений, подчас практически с нуля и в условиях острого дефицита времени и фондов. Отечественные компании, которые на сегодня сумели начать стартовые разработки *IIoT*, еще достаточно далеки от предоставления прототипа полнофункциональной платформы промышленного интернета вещей, что особенно ясно при сравнении с «потерянными» платформными *IIoT*-решениями от ушедших из РФ два года назад зарубежных лидеров. Но «дорогу осилит идущий» и пусть с опозданием, но наконец-то и в России появляются проекты, которые можно рассматривать как достаточно успешные первые шаги к разработке структуры и функциональному наполнению будущей отечественной платформы промышленного интернета вещей.

Литература

1. Top 10 Companies in the World That Are Transforming Industries with Pioneering IoT Solutions // Emergen Research, 22.04.2023 URL: <https://www.emergenresearch.com/blog/top-10-companies-in-the-world-that-are-transforming-industries-with-pioneering-iiot-solutions> (дата обращения 08.10.2024).

2. *Ankitha VP* A Comprehensive Guide to Industrial IoT Platforms in 2024 - Top Industrial IoT platforms // Toobler technologies, 21.08.2024
[URL:https://www.toobler.com/blog/guide-to-industrial-iot-platforms](https://www.toobler.com/blog/guide-to-industrial-iot-platforms) (дата обращения 08.10.2024).
3. Плюс индустриализация всего интернета // Коммерсантъ, 18.01.2024
[URL:https://www.kommersant.ru/doc/6455358b](https://www.kommersant.ru/doc/6455358b) (дата обращения 08.10.2024).
4. *М.А.Пирогова, И.Е.Лешихина, В.А.Краюшкин*, Искусственный интеллект для умного производства/ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ (ИТПП), №4, 2019. Стр.32-37.
5. ПНСТ 518-2021 (ИСО/МЭК 20924:2018) «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. Термины и определения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573722513#7D20K3> (дата обращения 08.10.2024).
6. Industrial Internet of Things – IIoT Промышленный интернет вещей в России//Tadviser, rel.19.01.2024. URL:
[https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Industrial Internet of Things - IIoT \(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9 %D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82 %D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9\) %D0%B2 %D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Industrial%20Internet%20of%20Things%20-%20IIoT%20(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82%20%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9)%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8) (дата обращения 08.10.2024)

SMART MANUFACTURING BASED ON THE USE OF INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS PLATFORMS

M.A.Pirogova, I.E.Leshikhina National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russia, V.A.Krayushkin, LLC PTS, Moscow, Russia.

The article examines the applicability of industrial Internet of Things platforms for solving problems of digital transformation of production and the possibility of developing smart production based on domestic software systems.

Keywords: Internet of Things, Industrial Internet of Things, Digital Transformation

Пирогова Марина Аркадьевна, к.т.н., доцент МЭИ (ТУ),
8-916-9657000

E-mail: PirogovaMA@mpei.ru

Лешихина Ирина Евгеньевна, к.т.н. доцент МЭИ (ТУ).

8-915-2395689

E-mail: liy56@mail.ru

Краюшкин Владимир Анатольевич, к.т.н., руководитель проектов, компания «ПТС»

8-916-7178254

E-mail: vkray@pts-russia.com