

ПРИНЦИПЫ И ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0 НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ¹

Литвин Ирина Юрьевна

К.э.н., доцент, Финансовый университет при
Правительстве Российской Федерации, г. Москва
IYLitvin@fa.ru

PRINCIPLES AND PROBLEMS OF SCALING THE INTRODUCTION OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

I. Litvin

Summary. The rationale of the study is that the digitalization of the Russian economy can become an important source of long-term economic growth. In order to analyze the strategies and problems of scaling the introduction of Industry 4.0 technologies in an industrial enterprise, it is first necessary to determine which technologies included in it should be considered first. The reason for this is the fact that the Fourth Industrial Revolution brought with it fundamentally different technologies, the scaling strategies of which will differ significantly from each other; in addition, the associated scaling problems will also vary, which is primarily due to the fact that various technologies involve the introduction of excellent software and hardware complexes, in some cases the implementation of excellent business models, and so on.

Keywords: technology implementation, scaling strategies, digitalization of the economy, Internet of things, cybersecurity.

Аннотация. Обоснованием исследования является то, что цифровизация российской экономики может стать важным источником долгосрочного экономического роста. С целью проведения анализа стратегий и проблем масштабирования внедрения технологий Индустрии 4.0 на промышленном предприятии сперва необходимо определить то, какие входящие в нее технологии необходимо рассмотреть в первую очередь. Причиной тому является тот факт, что Четвертая промышленная революция принесла с собой принципиально разные технологии, стратегии масштабирования которых будут значительно отличаться друг от друга; кроме того, ассоциированные с ними проблемы их масштабирования также будут различаться, что в первую очередь связано с тем, что различные технологии предполагают внедрение отличных программно-аппаратных комплексов, в некоторых случаях реализации отличных бизнес-моделей.

Ключевые слова: внедрение технологий, стратегии масштабирования, цифровизация экономики, интернет вещи, кибербезопасность.

При проведении исследования предполагалось, что стратегии масштабирования новых цифровых технологий во многом зависят от принципов самой Индустрии 4.0. Игнорирование компаниями этих принципов в процессе цифровизации собственных производств и бизнес-процессов приводит к тому, что многие из них сталкиваются с тем, что внедрение той или иной технологии не принесло ожидаемых эффектов или же просто застопорилось, так и не реализовавшись.

Некоторые компании внедряют новые технологии изолированно, тем самым ограничивая их потенциальную эффективность.

Успешная интеграция новых технологий во многом зависит от того, насколько хорошо продуманными являются те технологические системы, к которым компании стремятся прийти, насколько они учитывают, каким образом технология изменит и оптимизирует деятельность компании на всех ее уровнях, чтобы ее сотрудники могли делать то, что они умеют лучше всего.

Исследователи Мельбурнского королевского технологического университета Австралии (RMIT University) определили шесть принципов проектирования, которые компаниям важность принимать во внимание в процессе имплементаций в свои бизнес-процессы и производства технологий индустрии 4.0. Эти принци-

¹ Статья подготовлена по результатам исследований «Механизмы поддержки проектов в сфере развития цифровых высокотехнологичных направлений» выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситета.

пы включают в себя: интероперабельность; виртуализация; децентрализация, возможность работы в режиме реального времени; ориентация на обслуживание; модульность.

Возможность работы в режиме реального времени относится к сбору и анализу данных в режиме реального времени, позволяя принимать решения без промедления и в любой данный момент.

Эта особенность некоторых технологий Индустрии 4.0 (в частности, интернет вещей и другие киберфизические системы, большие данные, ИИ и так далее) позволяет непрерывно мониторить, как функционирует бизнес, что можно улучшить и где и какие находятся точки роста. Она также позволяет проводить анализ микротенденций, немедленно реагировать на сбои на производственных линиях или принимать упреждающие действия при обнаружении аномалий и неэффективностей.

Благодаря распространению датчиков и устройств, подключенных к Интернету, большинство компаний уже имеют доступ к большим объемам данных, которые могут анализировать в режиме реального времени.

Именно здесь инструменты с открытым исходным кодом имеют решающее значение, позволяя малым и средним предприятиям (МСП) создавать недорогие и интегрированные платформы с отчетностью, подключенные ко множеству наличествующих на предприятии источников данных. Облачные вычисления в свою очередь означают позволяют управление этими данными в режиме реального времени без необходимости ждать подготовки отчетов; при этом многие подобные платформы предлагают встроенную аналитику, которую можно просматривать в любом месте и в любое время.

Результаты и обсуждение

Компаниям нелегко дается масштабировать новые цифровые технологии и внедрять их использование в производственные и операционные процессы в глобальном масштабе — как уже было сказано в начале работы, лишь половина компаний успешно внедряют эти технологии и масштабируют их на все свои мощности. Существует набор являющихся на то причиной препятствий правового, технического и экономического характера.

По данным компании PwC, которые были представлены в ее отчете «Internet of Things: Future technology available today» («Интернет вещей: Технология будущего доступна сегодня»), угрозы и проблемы, с которыми сталкиваются как производители, так и пользователи IoT, могут быть сгруппированы в несколько категорий:

Существует множество факторов, оказывающих влияние на то, как компания, решившая внедрить у себя новые цифровые технологии и сделавшая это успешно, организует непосредственно сам процесс внедрения — от разработки стратегии до реализации, тестирования и масштабирования — в том числе, стоимость человеческих ресурсов, стоимость материалов и программного обеспечения, стоимость инсталляции инфраструктуры, выбор стандартов и протоколов, на основе которых будет проводиться внедрение и организовываться работа внедренной технологии и многое другое. Все эти аспекты в значительной степени варьируются от страны к стране, от региона к региону. В связи с этим для компаний проблематично осуществлять бенчмаркинг, опираясь на опыт других компаний, так как аналогичный по различным параметрам компании, которая проводит у себя внедрение нужной технологии, на практике может просто не оказаться.

По мнению экспертов PwC, одним из факторов, который может помешать внедрению Интернета вещей в России, является отсутствие соответствующей правовой базы, включая отсутствие правового регулирования в сфере IoT по таким важнейшим вопросам, как защита персональных данных и права на частную жизнь.

Регуляторные угрозы

Прежде всего широкое внедрение Интернета вещей в России требует создания благоприятной регуляторной среды, включая либерализацию законодательства о беспилотных летательных аппаратах, дистанционно управляемых сервисах и так далее.

Государственным органам необходимо не только устранить правовые барьеры для внедрения новых технологий в конкретных секторах, но и разработать новые отраслевые стандарты. Например, регистрация носимых устройств и датчиков, которые удаленно контролируют жизненные показатели пациента, может занять до одного года в соответствии с действующими правилами. В области логистики такие задачи, как таможенное оформление, также могут быть довольно трудоемкими.

Если вышерассмотренные проблемы, ассоциированные с технологиями Индустрии 4.0, носят скорее общий характер и не связаны напрямую с их масштабированием, хотя и должны учитываться к его ходе, факторы, которые будут рассмотрены далее, напрямую осложняют процесс масштабирования внедрения новых цифровых технологий, рассмотренных в этой работе.

Как для компаний, так и для потребителей кибербезопасность является одной из самых серьезных угроз,

связанных с широким внедрением в первую очередь технологии Интернета вещей. Устройства, которые раньше не имели цифровых компонентов и не были подключены к Интернету (и поэтому не могли быть взломаны), теперь подключены к нему. По мере расширения рынка интернета вещей кибератаки могут затронуть транспорт, городскую инфраструктуру, частные дома и квартиры или даже целые производственные объекты.

Для производителей, не сумевших разработать или внедрить устройства и системы с комплексной защитой от взлома, последствия могут быть крайне серьезными. Системы безопасности должны идти в ногу с технологическими инновациями. Особенно чувствительным вопросом является защита личных медицинских данных (для пользователей телемедицинских услуг). Очевидно, что медицинские технологические решения должны быть способны гарантировать безопасность и конфиденциальность агрегируемых данных. Однако, в связи с тем, что кибербезопасность требует значительных инвестиций, IoT-решения могут стать значительно более дорогими и менее доступными широкому кругу компаний.

Разработка масштабируемой, гибкой технологической архитектуры, способной адаптироваться к новым требованиям стремительно меняющейся действительности, эволюции технологий, а также хорошо интегрирующийся как с внутренними системами предприятия, так и с экосистемами партнеров, становится колоссальной задачей.

Одна из самых больших проблем, с которыми ассоциированы платформы интернета вещей, связана с управлением мастер-данными и целостностью архитектуры данных. Сложность интеграции IoT-систем в существующие корпоративные и облачные решения организаций часто недооценивается. Компании также сталкиваются с проблемой масштабирования команды и найма специалистов, специализирующихся на этих технологиях. Сложности со стандартизацией технологий IoT также является серьезной проблемой, особенно в случае интеграции системы компании с системами партнеров. Рассмотрим особенности масштабирования отдельных технологий.

Интернет вещей

По данным компании Microsoft, которые она приводит в своем отчете «IoT Signals», почти треть проектов внедрения IoT-решений терпят неудачу на стадии доказательства концепции (Proof-of-Concept — PoC). Техническая сложность — одна из самых больших проблем масштабируемости Интернета Вещей. Таким образом, выбор правильной IoT-технологии с правильной архи-

тектурой имеет первостепенное значение для обеспечения долгосрочной жизнеспособности внедряемой системы. В этом блоге мы обсудим пять основных соображений, которые вы должны учитывать при планировании крупномасштабного внедрения IoT. Успешное масштабирование IoT-решения требует учета следующих важных факторов:

- **IoT-решения требуют большой емкости беспроводных систем связи на предприятии.** Тот значительный поток данных, который генерируется интеллектуальными устройствами IoT-платформы требует очень высокой пропускной способности беспроводных систем связи предприятия. При этом обеспечение работоспособности и эффективности такой системы не должны обеспечиваться за счет снижения скорости или качества транспортировки данных по сети; в противном случае во многом потеряется первоначальный смысл интернета вещей как технологии, обеспечивающей за счет непрерывного и быстрого взаимодействия как «умных» устройств друг с другом, так и с другими системами предприятия возможность проведения аналитики и принятия решений (в том числе самими «умными» устройствами) в режиме реального времени.

Постоянный массовый поток трафика способен создать значительные проблемы с пропускной способностью систем связи предприятия, поскольку устройства внутри и между системами соперничают за место в радиочастотном спектре. Надежные индикаторы, такие как количество ежедневных сообщений, которые могут быть обработаны одним шлюзом, способны помочь оценить масштабируемость рассматриваемой системы.

- **Совместимость архитектуры.** Каждое IoT-решение представляет собой смесь разнородных компонентов и технологий. Это многообразие делает интероперабельность необходимым условием масштабируемости интернета вещей, что позволит избежать устаревания системы до состояния, в котором она не сможет оперативно модернизироваться и идти в ногу со временем. Проектируя архитектуру гибкой с самого начала, компания сможет противостоять ее фрагментации в будущем и снизить затраты на предстоящие интеграционные проекты в долгосрочной перспективе.

Как уже упоминалось выше, не так давно были разработаны технологические стандарты, способствующие горизонтальной интероперабельности, достигающие этого за счет обеспечения глобальной поддержки надежных, прозрачных и последовательных технологических спецификаций и протоколов.

- **Удаленное управление.** В случае, когда речь идет о промышленности или логистике, IoT-устройства зача-

стью могут устанавливаться, опасных или в принципе недоступных местах. Для обеспечения успешной масштабируемости интернета вещей стратегия удаленного управления сетями, «умными» устройствами и оборудованием должна быть определена заранее. Важным аспектом этой проблемы является уже упомянутая кибербезопасность — в случае, когда само устройство в принципе недоступно сотрудникам, этому моменту должно быть уделено особое внимание.

В дополнение к комплексной стратегии и тщательному планированию компании также следует обратиться к мощному инструменту управления сетью и устройствами, чтобы иметь возможность удаленно оптимизировать, автоматизировать и управлять ими.

Облачные технологии

По данным компании N-IX, масштабирование облачных технологий предполагает 5 основных шагов:

1. **Мониторинг и оценка инфраструктуры.** Важно определить текущую нагрузку на систему и то, как она будет расти в будущем. Анализ исторических данных и сбор метрик помогает понять, с какими проблемами столкнулся бизнес в определенные периоды времени, и спрогнозировать проблемы, с которыми он столкнется в будущем. Это также поможет определить препятствия для эффективного масштабирования и определить наилучшие решения этих проблем.
2. **Дизайн системы.** Разработка планов, включающих в себя выбор поставщиков облачных услуг, выбор различных зон доступности, планирование автоматического масштабирования и многое другое.
3. **Пилотный этап.** Проверка системы на нагрузочных тестах. Система при необходимости корректируется и затем вводится в эксплуатацию.
4. **Этап эксплуатации.**
5. **Поддержка.** Поддержка инфраструктуры может осуществляться как на стороне клиента, так и делегироваться аутсорсинговому поставщику услуг.

Большие данные

Большие данные, имеют ряд особенностей, связанных с их масштабированием, при чем нужно заметить, что эти особенности схожи с теми, что присутствуют у таких технологий, как искусственный интеллект и машинное обучение: структура и подход к хранению корпоративных данных, подбор правильных инструментов для масштабирования проводимой аналитики, подход к обеспечению качества данных и так далее.

Структура и хранение. Важные аспекты здесь включают в себя:

- ◆ Где и как будут храниться данные: на «облаке», в корпоративном хранилище данных и т.д.
- ◆ Являются ли данные структурированными или неструктурированными.
- ◆ Требуется ли интеграция озера данных (data lake).
- ◆ Как будет реализовываться контроль доступа и др.

Системы управления базами данных (СУБД), такие как SQL Server, Teradata или СУБД с открытым исходным кодом, такие как MySQL и PostgreSQL, обеспечивают эффективное хранение и управление данными. Эти СУБД используют структурированный язык запросов (Structured Query Language — SQL), который позволяет пользователям писать к базе данных (БД), и выгружать их из нее. Стоит ли использовать реляционную базу данных или выбрать фреймворк Hadoop, обеспечивающий большую гибкость, будет зависеть от типов данных, с которыми работает компания и от некоторых других аспектов.

Подбор правильных инструментов для масштабирования проводимой аналитики. Многие компании начинают с инструментов с открытым исходным кодом и переходят к лицензированным продуктам по мере расширения масштаба предприятия.

Хотя традиционные базы данных могут использовать запросы и хранимые процедуры для некоторых манипуляций с данными, их основное назначение — хранение и извлечение данных. Для получения больших возможностей для анализа сложных данных, моделирования и составления отчетов используются скриптовые языки, такие как Python, или статистические пакеты, такие как R или SAS. Они могут быть использованы для извлечения данных из БД, подготовки данных к анализу, и сохранения результатов обратно в БД. Они также могут интегрировать другие источники данных и извлекать данные из них (необработанные файлы, веб-страницы, API), а также выполнять проверку данных и обработку ошибок.

Качество данных. По мере развития информационной инфраструктуры организации, перехода от электронных таблиц (например, в Excel) к базам и хранилищам данных, процедуры проверки качества данных должны быть формально определены, документированы и автоматизированы. Исключения должны либо обрабатываться автоматически во время загрузки данных из источника в БД с использованием predefined бизнес-логики, либо требовать немедленного вмешательства пользователя для исправления любых ошибок.

Предоставление чистых, централизованных и готовых к аналитике данных конечным пользователям

не должно быть односторонним процессом. Эффективное управление данными должно включать в себя цикл обратной связи для ее обработки, при необходимости, включения любых изменений в процессы ETL (Extract, Transform, Load — один из основных процессов в управлении хранилищами данных, который включает в себя: извлечение данных из внешних источников; их трансформация и очистка, чтобы они соответствовали потребностям бизнес-модели; и загрузка их в хранилище данных), что позволяет сделать управление данными более динамичным и гибким.

С развитием организации и возникновением необходимости масштабировать, в том числе, технологию больших данных, становится необходимым внедрение Data governance — это процесс управления доступностью, удобством использования, целостностью и безопасностью данных в корпоративных системах на основе внутренних стандартов и политик данных, которые также контролируют использование данных. Эффективное управление данными гарантирует, что данные являются последовательными и надежными и не используются неправильно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриева А.П. Технологические инновации как современный целевой ориентир региональных подсистем: текущее состояние и региональная дифференциация // Экономика устойчивого развития. 2019. № 1 (37). С. 88–92.
2. Глазьев С.Ю. Какие инновации обеспечат опережающее развитие российской экономики. [Электронный ресурс]. URL: <https://glazev.ru/articles/6-jekonomika/57729-kakie-innovatsii-obespechatoperezhajushhee-razvitie-rossiyskoy-jekonomiki> (дата обращения 20.05.2021)
3. Гумерова Г.И., Шаймиева Э.Ш. Разработка Выставочно-Образовательного Проекта «Менеджмент Цифровой Экономики Как Основа Лидерства В Российской Науке». В Сборнике: Вектор Развития Управленческих Подходов В Цифровой Экономике. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 336–343.
4. Тарасов И.В. Технологии индустрии 4.0: Влияние на повышение производительности промышленных компаний. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018;(2):62–69. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-2-62-69>.
5. Трачук А.В., Линдер Н.В. Влияние технологий индустрии 4.0. на повышение производительности и трансформацию инновационного поведения промышленных компаний. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2020. Т. 11.№ 2. С. 132–149.
6. Удальцова Н.Л. Потенциал Модели Открытых Инноваций И Его Использование Экономические науки. 2020. № 187. С. 87–93.
7. Харисова Г.М., Харисова Р.Р., Гумарова А.Ф. В сборнике: Сборник трудов международной научно-практической конференции «Интеллектуальный город: устойчивость, управление, архитектура, реновация, технологии». Под общей редакцией Романовой А.И., 2018. С. 150–154.

© Литвин Ирина Юрьевна (IYLitvin@fa.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»