

Белорусский национальный технический университет
Факультет технологии управления и гуманитаризации
Кафедра «Экономика и право»

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

для специальностей:

1-25 01 07 Экономика и управление на предприятии

1-27 01 01 Экономика и организация производства (по направлениям)

Автор-составитель:

к.э.н., доцент, доцент каф. «Экономика и право»

Ю. В. Мелешко

г. Минск, 2021

Автор-составитель:
к.э.н., доцент, доцент каф. «Экономика и право»
Ю. В. Мелешко

Утверждено на заседании Совета факультета технологий управления и гуманитаризации БНТУ (протокол №4 от 27.12.2021 г.)

Рецензенты:

кафедра инноватики и предпринимательской деятельности Белорусского государственного университета;

Муха Денис Викторович, руководитель Центра инновационной и инвестиционной политики, кандидат экономических наук, доцент.

Промышленный интернет вещей : электронный учебно-методический комплекс для специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии» и 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)» / Авт.-сост.: Ю.В. Мелешко. – Минск, БНТУ, 2021. – 129 с.

В электронном учебно-методическом комплексе излагаются вопросы содержания Промышленного интернета вещей, дается характеристика его архитектуры, излагаются особенности внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии, рассматриваются сервисы, программные продукты и бизнес-модели Промышленного интернета вещей, приводится характеристика мирового рынка Промышленного интернета вещей, а также специфика внедрения Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь. ЭУМК направлен на формирование у будущих специалистов в области экономики и управления на предприятии и экономики и организации производства теоретических знаний и практических навыков по развитию Промышленного интернета вещей как инструмента организации современных экономических отношений в процессе производственно-хозяйственной деятельности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка.....	6
Перечень условных обозначений	8
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
Тема 1. Понятие «Интернет вещей». Основные положения	9
1.1 Понятие «Интернет вещей».	9
1.2 Эволюция коммуникационных и вычислительных технологий, история появления и развития Интернета вещей.	10
1.3 Интернет вещей как одна из ключевых технологий цифровой экономики.	12
1.4 Области применения Интернета вещей.	14
Вопросы для самоконтроля.....	19
Тема 2. Понятие «Промышленный интернет вещей».....	20
2.1 Концепция Промышленного интернета вещей.....	20
2.2 Роль Промышленного интернета вещей в Индустрии 4.0.....	21
2.3 Направления применения Промышленного интернета вещей.....	25
2.4 Факторы развития Промышленного интернета вещей.	26
Вопросы для самоконтроля.....	27
Тема 3. Архитектура Промышленного интернета вещей.....	29
3.1 Общая характеристика архитектуры Промышленного интернета вещей.	29
3.2 Аппаратная часть Промышленного интернета вещей.	30
3.3 Сетевые технологии Промышленного интернета вещей.....	33
3.4 Обработка данных в Промышленном интернете вещей.....	35
Вопросы для самоконтроля.....	37
Тема 4. Внедрение Промышленного интернета вещей на предприятии	38
4.1 Предпосылки и условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.....	38
4.2 Этапы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.....	39
4.3 Области применения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.....	43
4.4 Риски и угрозы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.....	46

Вопросы для самоконтроля.....	47
Тема 5. Сервисы, программные продукты и бизнес-модели Промышленного интернета вещей.....	49
5.1 Цифровое производство, цифровые услуги и цифровые бизнес-модели, основанные на Промышленном интернете вещей.....	49
5.2 Создание пользовательских приложений и сервисов на основе Промышленного интернета вещей.....	54
5.3 Коммерческая ценность Больших данных в современном промышленном производстве.....	56
5.4 Значение цифровых платформ в современном промышленном производстве.....	57
Вопросы для самоконтроля.....	61
Тема 6. Мировой рынок Промышленного интернета вещей	62
6.1 Состояние и структура мирового рынка Промышленного интернета вещей.	62
6.2 Ведущие игроки на рынке Промышленного интернета вещей.....	66
6.3 Основные тенденции развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.	70
Вопросы для самоконтроля.....	73
Тема 7. Значение национальной структурной и промышленной политик в развитии Промышленного интернета вещей	74
7.1 Инструменты и методы развития Промышленного интернета вещей.	74
7.2 Роль государственного и частного секторов в развитии Промышленного интернета вещей.	76
7.3 Опыт зарубежных стран в развитии Промышленного интернета вещей..	78
7.4 Проблемы, риски и угрозы развития Промышленного интернета вещей.	86
Вопросы для самоконтроля.....	95
Тема 8. Развитие Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.....	96
8.1 Предпосылки развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.....	96
8.2 Этапы развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.	101
8.3 Специфика развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.....	105
8.4 Роль Промышленного интернета вещей в повышении конкурентоспособности предприятий белорусского промышленного комплекса.	113

Вопросы для самоконтроля.....	116
-------------------------------	-----

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема 1. Понятие «Интернет вещей». Основные положения	117
Тема 2. Понятие «Промышленный интернет вещей»	117
Тема 3. Архитектура Промышленного интернета вещей.....	118
Тема 4. Внедрение Промышленного интернета вещей на предприятии	120
Тема 5. Сервисы, программные продукты и бизнес-модели Промышленного интернета вещей.....	122
Тема 6. Мировой рынок Промышленного интернета вещей	123
Тема 7. Значение национальной структурной и промышленной политик в развитии Промышленного интернета вещей	125
Тема 8. Развитие Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.....	125
Контроль знаний	126
Рекомендуемая литература	128

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Промышленный интернет вещей» разработана для специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии» и 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)».

Целью изучения учебной дисциплины является формирование у будущих специалистов в области экономики и управления на предприятии и экономики и организации производства теоретических знаний о содержании и тенденциях развития Промышленного интернета вещей как инструмента организации современных экономических отношений в процессе промышленной производственно-хозяйственной деятельности.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- ознакомить студентов с базовыми понятиями, принципами построения и основными структурными элементами Промышленного интернета вещей;
- дать знания о предпосылках и условиях применения Промышленного интернета вещей на предприятии;
- ознакомить студентов с тенденциями развития рынка Промышленного интернета вещей в мире и в Республике Беларусь;
- научить студентов анализировать и разрабатывать бизнес-модели с использованием Промышленного интернета вещей;
- научить студентов применять на практике полученные знания для организации и управления предприятием.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Экономическая теория», «Компьютерные информационные технологии», «Производственные технологии». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с экономикой и управлением на предприятии, таких как «Организация производства», «Экономика организации (предприятия)», «Международная экономика», «Основы экономической и национальной безопасности» и др.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- принципы построения и варианты использования Промышленного интернета вещей для организации и управления на предприятии промышленного комплекса;
- основные факторы и тенденции развития международного рынка Промышленного интернета вещей;
- состояние и перспективы развития национального рынка Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь;

уметь:

- разбираться в технологиях Промышленного интернета вещей и применять их к конкретным сценариям;

- оценивать предпосылки и условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса;
- анализировать состояние мирового и национального рынков Промышленного интернета вещей;

владеть:

- терминологическим аппаратом;
- базовыми научно-теоретическими знаниями о Промышленном интернете вещей для решения практических задач;
- навыками для анализа современных тенденций развития рынков Промышленного интернета вещей.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих **компетенций**:

Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

Обеспечивать устойчивое развитие основных производственных и функциональных подразделений организации (предприятия).

Разрабатывать рациональную организационную структуру управления организацией (предприятием).

Владеть современными техниками принятия управленческих решений.

Осуществлять организационную подготовку производства, а также постановку инновационных управленческих и экономических задач.

Проводить комплексный экономический анализ всех видов деятельности организации (предприятия) и разрабатывать меры по эффективному использованию ресурсов, производственных мощностей с целью повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности.

Определять конкурентоспособность товаров, услуг, работ и организации (предприятия) в целом.

Владеть навыками ведения отдельных стадий производственно-хозяйственной деятельности организации (предприятия), включая: исследования и разработки, производство, маркетинг, формирование и использование ресурсов, продвижение товара.

Уметь принимать обоснованные решения в условиях неопределенности бизнеса.

Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

IoT (англ. Internet of Things) – Интернет вещей.

Little Data – малые данные.

Cloud – облачные технологии.

Big Data – большие данные.

Machine Learning – машинное обучение.

RFID (англ. Radio Frequency Identification) – радиочастотная идентификация.

IIoT (англ. Industrial Internet of Things) – Промышленный интернет вещей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ТЕМА 1. ПОНЯТИЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ». ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель занятия: изучить основные понятия Интернета вещей, проанализировать историю становления и развития Интернета вещей, сформировать представление о целях и задачах использования Интернета вещей.

Структура занятия:

1.1 Понятие «Интернет вещей».

1.2 Эволюция коммуникационных и вычислительных технологий, история появления и развития Интернета вещей.

1.3 Интернет вещей как одна из ключевых технологий цифровой экономики.

1.4 Области применения Интернета вещей.

1.1 Понятие «Интернет вещей».

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) – это концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. С технической точки зрения Интернет вещей можно определить как многоуровневую систему, включающую в себя датчики и контроллеры, установленные на узлах и агрегатах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации и многие другие компоненты.

Интернет вещей предназначен для сбора, анализа, обработки и передачи данных. Благодаря использованию данной технологии становится возможным обеспечить сбор данных в режиме реального времени, быструю реакцию на изменение окружения и принятие решений без участия (с минимальным участием) человека. Сначала устройства собирают данные, например, о температуре в квартире или частоте сердцебиения пользователя, затем эти данные отправляются в облако. Программное обеспечение обрабатывает их. В случае, если, например, температура оказывается слишком высокой или в доме находится грабитель, система оповещает об этом пользователя или сама выполняет дальнейшие действия (например, звонит в милицию).

IoT-системы работают в режиме реального времени и обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены с помощью WiFi, Bluetooth или других видов связи. Типовая архитектура IoT-систем состоит из следующих 3-х уровней:

– конечные устройства (вещи, Things) – датчики, сенсоры, контроллеры и прочее периферийное оборудование для измерения необходимых показателей и передачи этих данных в сеть по проводным или беспроводным

протоколам (Serial, RS-485, MODBUS, CAN bus, OPC UA, BLE, WiFi, Bluetooth, 6LoRaWAN, Sigfox и пр.). Поскольку каждая «порция» этой информации невелика по объему, такие данные называют малыми (Little Data);

- сетевые шлюзы и хабы (Network) – роутеры, которые объединяют и подключают конечные устройства к облаку;

- облако (Cloud) – удаленный сервер в дата-центре, обрабатывающий, анализирующий и хранящий информацию. Именно здесь малые данные превращаются в Big Data, когда консолидируется множество информационных потоков с различных устройств.



Рис. 1.1 – Архитектура Интернета вещей.

Источник: [1].

Интернет вещей «интеллектуальный», поскольку использует средства анализа данных, в т. ч. с использованием методов машинного обучения (Machine Learning). Это позволяет эффективно и удаленно управлять техникой, на которой установлены конечные устройства. Например, если датчики уровня вибрации оборудования показывают превышение допустимых значений, можно заранее спланировать профилактический ремонт и избежать поломки дорогостоящих инструментов.

1.2 Эволюция коммуникационных и вычислительных технологий, история появления и развития Интернета вещей.

Еще в 1926 г. Н. Тесла в интервью для журнала «Collier's» предсказал, что в будущем радио будет преобразовано в «большой мозг», все вещи станут частью единого целого, а инструменты, благодаря которым это станет возможным, будут легко помещаться в кармане.

Концепция Интернета вещей начала формироваться в 90-х гг. XX в. В 1990 выпускник MIT (Massachusetts Institute of Technology), один из отцов протокола TCP/IP, Джон Ромки создал первую в Мире интернет-вещь. Он подключил к сети свой тостер.

¹ Сиагри, Р. Основа архитектуры «Интернета вещей» / Роберто Сиагри // Control Engineering Россия. – Октябрь, 2017. – №5(51). – С. 52–55.

Сам термин «Интернет вещей» (Internet of Things) был предложен Кевином Эштоном в 1999 г. Он сформулировал концепцию широкого применения средств радиочастотной идентификации (RFID, англ. Radio Frequency IDentification) для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением. Он предложил руководству Procter & Gamble использовать эту концепцию для управления логистическими цепями в корпорации. В этом же году был создан Центр автоматической идентификации (Auto-ID Center), занимающийся радиочастотной идентификацией (RFID) и сенсорными технологиями, благодаря которому эта концепция и получила широкое распространение.

В 2004 г. в Scientific American опубликована обширная статья, посвященная «Интернету вещей», наглядно показывающая возможности концепции в бытовом применении: в статье приведена иллюстрация, показывающая как бытовые приборы (будильник, кондиционер), домашние системы (система садового полива, охранный система, система освещения), датчики (тепловые, датчики освещенности и движения) и «вещи» (например, лекарственные препараты, снабженные идентификационной меткой) взаимодействуют друг с другом посредством коммуникационных сетей (инфракрасных, беспроводных, силовых и слаботочных сетей) и обеспечивают полностью автоматическое выполнение процессов (включают кофеварку, изменяют освещенность, напоминают о приеме лекарств, поддерживают температуру, обеспечивают полив сада, позволяют сберегать энергию и управлять её потреблением). Сами по себе представленные варианты домашней автоматизации не были новыми, но упор в публикации на объединении устройств и «вещей» в единую вычислительную сеть, обслуживаемую интернет-протоколами, и рассмотрение «Интернета вещей» как особого явления способствовали обретению концепцией широкой популярности.

Становление «Интернета вещей» произошло в 2008–2009 гг., когда, по подсчетам Cisco (американская компания, крупнейшая в мире, специализирующаяся в области высоких технологий), количество устройств, подключенных к глобальной сети, превысило численность населения Земли, таким образом «Интернет людей» стал «Интернетом вещей».

Наполнение концепции многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для ее реализации начиная с 2010-х гг. считается устойчивой тенденцией в информационных технологиях, прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, началу активного перехода на IPv6 и освоению программно-определяемых сетей.

Технологическими предпосылками появления Интернета вещей выступают:

1. Развитие микроэлектроники (миниатюризация устройств, в т. ч. датчиков, рост мощности устройств);

2. Развитие информационных технологий обработки данных (удешевление обработки больших объемов данных);

3. Развитие технологий обеспечения энергией (например, автономность, так как для лучшей работы вещи должны научиться брать энергию из окружающей среды, а не от батареек);

4. Развитие технологий передачи данных (IPv6, беспроводные сети).

Исследовательская компания Strategy Analytics подсчитала, что к концу 2018 г. количество подключенных к Интернету вещей устройств во всем мире достигло 22 млрд. штук. В этом же году количество устройств из Интернета вещей, подключенных к сотовым сетям по всему миру, достигло 1,2 млрд. штук, увеличившись на 70% относительно 2017 г.

Прогнозируют, что искусственный интеллект, современные вычислительные технологии, 5G, цифровые двойники и блокчейн ускорят распространение Интернета вещей. Эксперты считают, что к 2025 и 2030 годам в мире будет насчитываться 38,6 млрд. и 50 млрд. IoT-устройств соответственно, а к 2023 году в мире будет насчитываться 9 млрд IoT-устройств, работающих в сотовых сетях.

Одним из основных факторов, сдерживающих применение технологий Интернета вещей, стала сложность внедрения и дальнейшей работы, в том числе отсутствие необходимой ИТ-инфраструктуры в компаниях. Также те, кто уже запустил проекты в области Интернета вещей, столкнулись с нехваткой квалифицированных специалистов и ресурсов для их обучения. Как отмечает Р. Сиагри, 90% всех созданных данных никогда не анализировалось, данные создаются в 2 раза быстрее, чем растут пропускные возможности и 60% данных теряют свою ценность в течение миллисекунд².

1.3 Интернет вещей как одна из ключевых технологий цифровой экономики.

Основной тенденцией развития современного мира является интенсивное внедрение во все сферы жизнедеятельности человека информационных технологий, усовершенствование бизнес-процессов, и, самое главное, «информационный бум» – получение и анализ значительного объема информации. Все это, в совокупности, способствовало зарождению понятия цифровой экономики, в которой данные (информация) являются капиталом. Неотъемлемой частью цифровой экономики становится хранение, обработка и передача увеличивающегося объема данных.

В 1995-ом году американский информатик Николас Негропonte (Массачусетский университет) ввел в употребление термин «цифровая экономика». Сейчас этим термином пользуются во всем мире, он вошел в обиход политиков, предпринимателей, журналистов. Выделяют два подхода к трактовке термина «Цифровая экономика»:

² Сиагри, Р. Основа архитектуры «Интернета вещей» / Роберто Сиагри // Control Engineering Россия. – Октябрь, 2017. – №5(51). – С. 52–55.

1) узкий, в соответствии с которым под цифровой экономикой понимают экономику цифровых технологий (искусственный интеллект, большие данные, Интернет вещей, цифровые финансы, телемедицина, дистанционное обучение, продажа медиаконтента и пр.);

2) расширенный, в соответствии с которым под цифровой экономикой понимают способ хозяйствования, основанный на использовании цифровых технологий и новых методов генерирования, обработки, хранения и передачи данных.

Становление цифровой экономики относят к основным приоритетам развития в большинстве развитых стран. Объясняется это тем, что конкурентоспособность экономики страны в будущем может определяться непосредственно уровнем цифровизации ее основных процессов. Отличительной характеристикой цифровой экономики (в расширенной трактовке) выступает использование информации для создания потребительных стоимостей. Информация и раньше использовалась как фактор производства, однако в цифровой экономике благодаря цифровым технологиям возросла интенсивность ее потребления. Биологическая, машинная и социальная информация, получаемая производственной системой, порождает в ней деятельностные процессы познавательного или управленческого характера, направленные на адаптацию к постоянно изменяющейся внешней среде. Цифровые технологии позволили существенно сократить временной лаг между изменениями наблюдаемого объекта и получением производственной системой соответствующей информации. В результате производство, основываясь на динамичной информационной модели внешней среды, само становится динамичным, постоянно обновляясь. Информация становится фактором производства.

Интернет вещей – одна из ключевых технологий цифровой экономики наравне с большими данными, искусственным интеллектом, облачными технологиями, предикативной аналитикой, виртуальной реальностью и др. Согласно данным компании PricewaterhouseCoopers (международная сеть компаний, предлагающих услуги в области консалтинга и аудита) за 2018 год, «Интернет вещей» является активно развивающейся технологией, которая способна изменить бизнес-модели как компаний, так и целых индустрий. В представленном рейтинге, «Интернет вещей» опережает такие технологии как искусственный интеллект, робототехника, дополненная и виртуальная реальность и т.д. Объем рынка «Интернет вещей» растет.

Согласно рейтингу Digital Evolution Scorecard в 2020 г. мировыми лидерами по уровню цифрового развития стали Сингапур, США, Гонконг, Южная Корея. Безусловным лидером по уровню цифровизации остается Китай. По темпу цифровой эволюции он существенно опережает все остальные страны, в первую очередь благодаря сочетанию быстрорастущего спроса и инноваций. В тройку лидеров также вошли Индонезия и Индия. Аутсайдерами в процессе цифровизации стали страны из Африки, Азии, Латинской Америки и Южной Европы.

1.4 Области применения Интернета вещей.

С. Грингард справедливо отмечает: «Полезьа подключенных устройств не в том, чтобы с помощью приложения для смартфона заводить двигатель или регулировать температуру в доме. Реальная польза появится, когда целые сети устройств будут обмениваться данными и применять их на практике»³.

Transforma Insights пришли к выводу, что лидерство по числу подключенных устройств сегодня останется у потребительского сектора, на который придется 65%. «Умный дом» (англ. Smart House) – это комплекс решений для автоматизации повседневных бытовых действий. Умный дом включает в себя и бытовую технику (от роботов-пылесосов до приборов, управляемых со смартфона), и системы, контролирующие все, что происходит в квартире (освещение, отопление, водоснабжение и т.д.). В своем рассказе «Будет ласковый дождь» (1950) Рэй Брэдбери описывает жизнь дома, оставшегося без хозяев. Автоматические системы продолжают работать в прежнем режиме: говорящие часы напоминают, что пора вставать, умная печь самостоятельно готовит завтрак, метеокоробка сообщает, что на улице дождь. Сегодня это воплощено в «умном доме».

Несмотря на широкое распространение Интернета вещей в потребительском секторе, данная технология применяется практически во всех отраслях. Внедрение Интернета вещей в электроэнергетике улучшает контролируемость подстанций и линий электропередачи за счет дистанционного мониторинга, а в здравоохранении позволяет перейти на новый уровень диагностики заболеваний – «умные» устройства контролируют показатели здоровья пациента. В сельском хозяйстве «умные» фермы и теплицы сами дозируют удобрения и воду. Внедрение IoT в логистике сокращает затраты на грузоперевозки и минимизирует влияние человеческого фактора. IoT активно внедряют нефтегазовые и горнодобывающие отрасли. Например, применение углубленной аналитики по буровым скважинам помогает нефтегазовой промышленности увеличить объемы добычи на уже отработанных месторождениях. А Интернет вещей в транспорте – это сам транспорт, электронные табло, навигаторы, системы безопасности, камеры наблюдения, которые взаимодействуют между собой.

К. Шваб пишет: «Сегодня существуют миллиарды устройств по всему миру, включая телефоны, планшеты и компьютеры, которые соединены с сетью Интернет. Их количество существенно возрастет в течение ближайших нескольких лет, по некоторым оценкам – от нескольких миллиардов до триллиона, что радикально изменит способ управления цепочками поставок, предоставив возможность осуществлять мониторинг и оптимизацию активов, а также деятельность предприятия на самом детальном уровне. В рамках процесса это будет иметь трансформирующее воздействие на все отрасли промышленности, от производства и инфраструктуры до здравоохранения»⁴.

³ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь/ С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

⁴ Шваб, К. Четвертая промышленная революция/ К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.

По оценкам экспертов Strategy Analytics, больше половины работающего IoT-оборудования по итогам 2018 г. пришлось на корпоративные решения. Доля мобильных и компьютерных устройств составила чуть более 25%. Аналитики Transforma Insights прогнозируют, что внутри корпоративного сегмента к 2030 г. около 34% подключенных устройств будут относиться к кросс-вертикальным вариантам использования (отслеживание транспортных средств и посылок, офисное оборудование), а 31% придется на коммунальную сферу, преимущественно – на умные счетчики.

В 2019 г. Microsoft представила исследование IoT Signals: среди основных целей внедрения респонденты выделили необходимость оптимизации рабочих процессов (56%), повышения продуктивности сотрудников (47%), а также общую безопасность компании (44%). Респонденты прогнозируют, что искусственный интеллект, современные вычислительные технологии, 5G, цифровые двойники и блокчейн ускорят распространение Интернета вещей.



Рис. 1.2 – Причины внедрения Интернета вещей в корпоративной сфере. Источник: Microsoft [5].

Наиболее перспективным представляется использование Интернета вещей в промышленном сегменте. Правительствами разных стран разрабатываются программы, нацеленные на цифровизацию промышленности: в США – «Промышленный ренессанс», в Китае –

⁵ IoT Signals. Summary of Research Learnings, 2019 [Electronic resource] // Microsoft. – Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT-Signals-Microsoft-072019.pdf>.

«Производство 2025» или «Интернет плюс», в Германии – «Промышленность 4.0» или «Промышленная революция 4.0», во Франции – «Креативная индустрия» или «Индустрия будущего». По мнению А. Механика «... вся промышленность уже представляет собой цифровую спираль: проектирование – изготовление – эксплуатация – утилизация. Вся жизнь изделия отслеживается и дублируется компьютером»⁶. Этот процесс невозможен без Промышленного интернета вещей (англ. Industrial Internet of Things, IIoT).

Интернет вещей позволяет компаниям автоматизировать процессы и снижать трудозатраты. Это сокращает объем отходов, улучшает качество предоставляемых услуг, удешевляет процесс производства и логистику. Использование информационно-коммуникационных технологий для решения конкретных бизнес-задач, когда каждое цифровое решение улучшает отдельный участок работы, стало логическим продолжением процесса автоматизации, начавшейся еще с использованием электромеханических устройств и углубившейся с применением ЭВМ и микропроцессорной техники. Компьютеризация, как стадия автоматизации, направлена на замещение человека устройствами и приборами в управлении производственными процессами, их проектировании и контроле. Следующий качественный скачок в применении информационных технологий в промышленности связан с интеллектуализацией производства. «Цифровая трансформация экономики выражается не только в замене аналоговых систем управления цифровыми, но и в интеллектуализации технологических объектов и систем, интеграции информационных и операционных технологий»⁷, – отмечают Г. И. Идрисов и др. Интеллектуализация производства приводит к новым способам создания добавленной стоимости, появляющимся на стыке виртуальной реальности и материального мира⁸.

Внедрение Интернета вещей в ту или иную сферу дает основание использовать приставку «умный» (англ. Smart): Умная планета, Умный дом, Умная энергия, Умный транспорт, Умное производство, Умная медицина, Умная жизнь, Умный город. Рассмотрим более подробно отличительные черты некоторых из них.

Умный город:

1. «Умная» парковка. Мониторинг свободных парковочных мест в городе.
2. Состояние конструкций. Мониторинг толчков и технического состояния в зданиях, мостах и исторических памятниках.
3. Карта шумового загрязнения города. Мониторинг уровня шума в районе баров и центральном районе в режиме реального времени.

⁶ Механик, А. Работу надо начинать с мечты / А. Механик // Эксперт №47. – 2017 г. – С. 46–49.

⁷ Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России / Идрисов Г.И., Княгинин В.Н., Кудрин А.Л., Рожкова Е.С. // Вопросы экономики. – 2018. – №4. – С. 5–25.

⁸ Мелешко, Ю.В. Модернизация образовательных подходов в условиях цифровизации экономики / Ю.В. Мелешко, Т.В. Сергиевич // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 1(47). – С. 60–64.

4. Заторы на дорогах. Мониторинг уровня загруженности автомобильных дорог и тротуаров для оптимизации построения автомобильных и пешеходных маршрутов.

5. «Умное» освещение. Интеллектуальное и адаптируемое под погоду уличное освещение.

6. Управление вывозом мусора. Наблюдение за наполняемостью мусорных контейнеров для оптимизации маршрутов для сбора мусора.

7. Интеллектуальная транспортная система. «Умные» дороги и «интеллектуальные» шоссе, снабжённые предупредительными сообщениями и объездами, основанными на погодных условиях и непредвиденных происшествиях, таких как аварии и автомобильные пробки⁹.



Рис. 1.3 – Умный город. Источник: [10].

Умная окружающая среда:

1. Обнаружение лесных пожаров. Мониторинг дымовых газов и приоритетных параметров пожара для определения зон оповещения.

2. Загрязнение воздуха. Контроль за выбросами углерода заводами, загрязнениями от автомобилей и токсичными газами, генерируемыми на фермах.

3. Профилактика оползней и лавин. Мониторинг влажности почвы, вибраций и плотности земли для обнаружения опасных изменений в состоянии почв.

⁹ «Умная планета» – как это сделано? / Куприяновский В.П. Мартынов Б.А. Корнильев К.Г. // ArcReview. – 2014. – № 1 (68).

¹⁰ Умные города [Электронный ресурс] // TAdviser. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0_\(Smart_cities\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0_(Smart_cities)).

4. Раннее обнаружение землетрясений. Развёрнутый контроль в конкретных местах толчков.

Умная вода:

1. Качество воды. Изучение приемлемости воды в реках и морях для животного мира и ее пригодности для питья.

2. Утечка воды. Обнаружение присутствия воды вне хранилищ и колебаний давления в трубах.

3. Разливы рек. Мониторинг изменения уровня воды в реках, плотинах и водохранилищах.

Умная розничная торговля:

1. Контроль цепочек поставок. Мониторинг условий хранения и отслеживание товаров на протяжении всего пути доставки.

2. Бесконтактные платежи. Расчёты платежей на основе обработки данных о местоположении и продолжительности деятельности, для общественного транспорта, тренажерных залов и т.д.

3. Интеллектуальные торговые приложения. Консультации в точках продаж, основывающиеся на привычках покупателя, его предпочтениях, наличии аллергических компонентов и срока годности.

4. «Умное» управление продуктами. Контроль за ротацией продуктов на полках и складах для автоматизации процесса пополнения товарами.

Умная логистика:

1. Качество условий перевозок. Мониторинг колебаний, ударов, вскрытия контейнеров или поддержки холодильной цепи в страховых целях.

2. Расположение товара. Поиск интересующих товаров на больших территориях, таких как склад или гавань.

3. Выявление несоответствия условий хранения. Предупреждение утечек из контейнеров, заполненных горючими материалами, расположенных рядом с контейнерами, содержащими взрывчатые вещества.

4. Отслеживание флота/парка. Контроль за маршрутами, по которым следуют «деликатные» грузы, такие как медицинские препараты, драгоценности или опасные материалы.

Умное земледелие:

1. Повышение качества вина. Наблюдение за влажностью почвы и диаметром ствола на виноградниках для контроля над количеством сахара в винограде и за здоровьем виноградной лозы.

2. Контроль за состоянием микроклимата для увеличения производства фруктов и овощей и улучшения их качества.

3. Озеленение. Уменьшение расхода водных ресурсов для озеленения в засушливых районах.

4. Сеть метеорологических станций. Изучение погодных условий в полях для предсказания образования льда, дождя, засухи, снега или изменений направления ветра.

5. Компост. Контроль влажности и температуры в люцерне, сене, соломе и т.д. для предотвращения грибка и другого микробного загрязнения.

Умное животноводство:

1. Мониторинг здоровья. Мониторинг условий содержания для обеспечения здоровья и выживаемости потомства.

2. Отслеживание местоположения. Отслеживание местоположения и идентификация животных при выпасе на открытых пастбищах.

3. Мониторинг токсичных газов. Вентиляция хозяйственных помещений при превышении содержания вредных газов из экскрементов животных.

Умное здравоохранение:

1. Детекция падения. Помощь для инвалидов и пожилых людей, живущих дома.

2. Хранение медикаментов. Контроль условий хранения вакцин, лекарственных препаратов и органических элементов.

3. Спортивный мониторинг. Контроль жизненно важных функций организма при силовых нагрузках во время занятий спортом.

4. Наблюдение за пациентами. Мониторинг условий содержания пациентов в больницах и домах престарелых.

5. Ультрафиолетовое излучение. Измерение УФ-излучения, информирование людей о повышенной солнечной активности.

Умная фабрика:

1. Отслеживание продукции на всех производственных этапах.

2. Контроль состояния оборудования, плановое техобслуживание.

3. Динамичная перестройка производственного процесса.

4. Автоматизированное проектирование.

5. Автоматизированное планирование ресурсов предприятия.

6. Автоматизированное управление технологическими процессами.

7. Автоматизированное управление жизненным циклом продукции.

8. Виртуальный двойник всего производственного процесса.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое Интернет вещей?
2. Опишите принцип действия Интернета вещей.
3. Назовите основные элементы Интернета вещей.
4. Когда и как возникла концепция Интернета вещей?
5. Что стало технологическими предпосылками появления Интернета вещей?
6. Каковы масштабы распространения Интернета вещей?
7. Что такое цифровая экономика? Каков ее отличительный признак?
8. Какую роль в цифровой экономике играет Интернет вещей?
9. Перечислите области использования Интернета вещей.
10. Что подразумевает под собой Умная планета? Умный дом? Умная энергия? Умный транспорт? Умное производство? Умная медицина? Умный город?

[Вернуться к теме 1](#)

ТЕМА 2. ПОНЯТИЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

Цель занятия: изучить концепцию Промышленного интернета вещей, ознакомиться с основными областями его использованием, сформировать представление о роли Промышленного интернета вещей в Индустрии 4.0.

Структура занятия:

- 2.1 Концепция Промышленного интернета вещей.
- 2.2 Роль Промышленного интернета вещей в Индустрии 4.0.
- 2.3 Направления применения Промышленного интернета вещей.
- 2.4 Факторы развития Промышленного интернета вещей.

2.1 Концепция Промышленного интернета вещей.

Директор ИНФО определяет Промышленный интернет вещей (ПоТ, англ. Industrial Internet of Things) как «концепцию построения инфокоммуникационных структур, подразумевающую подключение к сети Интернет любых не бытовых устройств, оборудования, датчиков, сенсоров, автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), а также интеграцию данных элементов между собой, что приводит к формированию новых бизнес-моделей при создании товаров и услуг, а также их доставке потребителем»¹¹.

К особенностям Промышленного Интернета вещей, отличающих его от потребительского, относятся:

- продолжительность жизненного цикла устройств, подключенных к Интернету вещей – 25 лет и более (для потребительских устройств – от 6 месяцев);
- большие объемы генерируемого трафика (одно устройство в промышленном производстве может генерировать 500 Гб трафика в день, в то время как дневной трафик бытового устройства составляет до 80Гб);
- высокие требования к надежности соединения (бесперывное подключение устройств к Интернету является критически важным в производственном процессе);
- высокие требования к компьютерной безопасности и защите данных.

Промышленный интернет вещей представляет собой следующую стадию автоматизации производства, в рамках которой формируется единая киберфизическая система производства. Данные с множества датчиков, сенсоров, приводов, которыми оснащена произведенная линия или производимая продукция, передаются на высокопроизводительные серверы в центры обработки данных или облака, выполняющие функции прогнозирования, контроля, планирования, а также самонастройки и

¹¹ Исследование рынка IoT и M2M в России и мире. 25 апреля 2017 г. [Электронный ресурс] // Директ ИНФО. – Режим доступа: http://www.directinfo.net/index.php?option=com_content&view=article&id=162%3A2010-07-06-13-57-09&catid=1%3A2008-11-27-09-05-45&Itemid=89&lang=ru.

адаптации к изменениям. В рамках такой системы датчики, оборудование и информационные системы соединены на протяжении всей цепочки создания стоимости, выходящей за рамки одного предприятия или бизнеса.

Под влиянием IoT трансформируются, в том числе, все экономические модели построения взаимодействия «поставщик-потребитель». Как результат, могут организовываться эффективные самооптимизирующиеся цепочки от предприятий-поставщиков до компаний-конечных потребителей, запускаться модели совместного использования и пр. Функции управления и принятия решений переходят от человека к интеллектуальным системам. Интеграция операционных и информационных технологий позволит перейти к новым бизнес- и сервисным моделям – таким, как «цифровые двойники» (Digital Twins), «ремонт по состоянию» и «оборудование как сервис». Параллельно формируется спрос на комплексные решения – на основе IoT, предиктивной аналитики, облачных вычислений (Cloud Computing) и «граничных вычислений» (Edge Computing).

2.2 Роль Промышленного интернета вещей в Индустрии 4.0.

В 2011 году Х. Кагерман, В. Д. Лукас и В. Вальстер на Ганноверской выставке озвучили доклад «Индустрия 4.0: с Интернетом вещей на пути к 4-й промышленной революции»¹², что положило начало широкого распространения термина «Индустрия 4.0». Инициатива под названием «Индустрия 4.0» была разработана ассоциацией представителей бизнеса, политики и научных кругов, в число которых входили и названные выше авторы, как подход к усилению конкурентоспособности немецкой обрабатывающей промышленности. Федеральное правительство Германии поддержало эту идею, объявив, что Индустрия 4.0 станет неотъемлемой частью инициативы «Стратегия высоких технологий 2020 для Германии», направленной на лидерство в сфере технологических инноваций. Впоследствии сформированная при федеральном правительстве рабочая группа Индустрии 4.0 разработала рекомендации по внедрению Индустрии 4.0, которые были опубликованы в апреле 2013 года. Как справедливо отмечают П. Орехин и Н. Ульянов, «изначально локальный становой бренд программы перехода на новую организацию промышленного производства "Индустрия 4.0" плавно распространился по миру и стал обозначать в целом четвертую промышленную революцию»¹³.

Сама концепция четвертой промышленной революции появилась несколько раньше: «... самая ранняя презентация "Четвертой промышленной революции" восходит к 1988 году, статья (Rostow 1988), в которой представлено участие ученых в производственной команде, которая превратила изобретение в инновации. После этого, в течение десятилетий до 2012 года, эта концепция также использовалась для обозначения развития и

¹² Kagermann, H. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W.-D. Lukas, W. Wahlster // VDI Nachrichten. – Zugriffsmodus: <https://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>.

¹³ Орехин, П. Цифрализация идет пунктиром / П. Орехин, Н. Ульянов // Эксперт. – 2019. – №22. – С. 28–31.

применения нанотехнологий (Parthasarathi и Thilagavathi 2011; Hung, Wang и Chang 2012)»¹⁴, – пишут Ю. Ляо и др. Позже, во многом благодаря одноименной работе К. Шваба, с четвертой промышленной революцией стал ассоциироваться «“вездесущий“ и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины»¹⁵, а трансформирующееся в результате внедрения этих технологий промышленное производство получило название Индустрия 4.0.

В одних случаях под Индустрией 4.0 понимают совокупность технологий четвертой промышленной революции, используемых в промышленном производстве: комбинации машин и Интернета, наравне с нано-, биотехнологиями, квантовыми компьютерами. Другие авторы считают, что Индустрия 4.0 – новый тип промышленного производства, основанного на киберфизических системах. Все большее распространение получает подход, при котором под Индустрией 4.0 понимается триада цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей. В более широком смысле Индустрию 4.0 следует рассматривать как новый хозяйственный уклад, отличающийся триадой цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей и сетевыми производственными структурами¹⁶.

Ядром Индустрии 4.0 выступают киберфизические системы (CPS, англ. Cyber-Physical System). «В Индустрии 4.0 благодаря кибер-физическим системам обеспечивается модельное, архитектурное, коммуникационное и интеракционное сквозное сопровождение продукции, средств производства и производственных систем с учетом меняющихся и изменившихся процессов. Таким образом кибер-физические системы становятся кибер-физическими производственными системами (CPPS) и находят применение в интеллектуальных производственных системах»¹⁷. Основной функцией кибер-физических производственных систем является согласование разрозненных производственных процессов.

Концепция киберфизических производственных систем реализуется с помощью множества информационно-коммуникационных технологий, которые, следует отметить, могут и наверняка будут постоянно меняться, что, однако, не влечет распад самой системы¹⁸. «Компьютерные науки предлагают множество базовых технологий, которые должны быть концептуально пересмотрены и усовершенствованы для непосредственного использования в

¹⁴ Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal / Yongxin Liao, Fernando Deschamps, Eduardo de Freitas Rocha Loures & Luiz Felipe Pierin Ramos // International Journal of Production Research. – 2017.

¹⁵ Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.

¹⁶ Мелешко, Ю.В. Понятие «Индустрия 4.0»: субстационарно-гносеологический аспект / Ю.В. Мелешко // Стратегия развития экономики Беларуси : вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей. В 2 т. Т. 1. – Минск : Право и экономика, 2020. – 390 с. – С. 238–243.

¹⁷ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 89. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

¹⁸ Технологическая структура производства в неоиנדустриальной экономике // Вестник полоцкого государственного университета. Серия D. – 2020. – №14. – С. 78–84.

технологиях автоматизации или производства. Однако особое значение для индустрии 4.0 имеет общая интеграция и синтез этих технологий, обеспечивающих, например, организацию многокомпонентных ИТ- и производственных систем с помощью интеллектуальной сенсорики и информационных технологий»¹⁹.

Для Индустрии 4.0 центральной технологией стал Интернет, позволяющий объединить компьютеризированные еще в результате третьей промышленной революции производства, в том числе на межотраслевом, межрегиональном или международном уровнях²⁰. «... Интернет вещей, межмашинное взаимодействие и производство, которое становится все умнее, ознаменовали новую эпоху – четвертую индустриальную революцию, Индустрия 4.0»²¹. Однако для полноценного функционирования Интернета вещей требуется также и соответствующее развитие сопутствующих услуг (услуг связи, услуги по сбору и обработке данных и т.д.). Так, в докладе отмечается: «Внедрению будущих сценариев Индустрии 4.0 способствует дальнейшее развитие соответствующей сетевой инфраструктуры и дифференциация сетевых услуг посредством соглашений об обслуживании»²². Подчеркивая взаимозависимость развития сетевой инфраструктуры и услуг, в докладе широко используется термин «Интернет вещей и услуг».

Киберфизические производственные системы становятся основой для создания умных заводов, которые «в сочетании с умной мобильностью, умной логистикой и умной сетью энергоснабжения» являются «важнейшей составляющей будущей умной инфраструктуры»²³. Сама промышленная продукция также становится умной, что означает возможность отследить ее в любой момент времени, самоконтроль и самоуправление.

Именно благодаря использованию киберфизических систем промышленное производство Индустрии 4.0 приобретает свои отличительные характеристики:

– индивидуализация продукции. «Благодаря Индустрии 4.0 производство единичной продукции и небольших партий становится рентабельным»²⁴;

¹⁹ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 101. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁰ Мелешко, Ю.В. Новая индустриализация и тенденции модернизации белорусской промышленности / Ю.В. Мелешко // Наука и техника. – 2021. – Том 20, № 4. – С. 357–364. doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-4-357-364.

²¹ Was ist Industrie 4.0? [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>.

²² Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 26. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²³ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 23. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁴ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 19. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

– флексибилизация производства. «Основанная на CPS сеть позволяет динамически разрабатывать бизнес-процессы в зависимости от: объема, времени, риска, надежности, цены, экологичности и т.д.»²⁵;

– оптимизированное принятие решений. «Имеющая в Индустрии 4.0 всеохватывающая прозрачность в режиме реального времени позволяет обеспечить заблаговременную гарантию проектного решения в рамках инжиниринга, более гибкие реакции на сбои в производстве, глобальную оптимизацию, выходящую за рамки места производства»²⁶.

– производительность и эффективность ресурсов. «С помощью CPS производственный процесс может быть оптимизирован ситуативно или по всей цепочке создания добавленной стоимости. Кроме того, система может быть оптимизирована относительно использования ресурсов и энергии или снижения выпуска не только после, но и во время производства»²⁷;

– создание добавленной стоимости с помощью новых услуг. «В Индустрии 4.0 создаются новые формы добавленной стоимости и новые формы занятости, например, благодаря последующим услугам. Полученные от интеллектуальных устройств разнообразные и обширные данные (Big Data) могут быть использованы с помощью интеллектуальных алгоритмов для инновационных услуг»²⁸;

– организация занятости с учетом демографических особенностей. «В условиях нехватки квалифицированной рабочей силы и возрастающего многообразия занятых (по возрасту, полу, культурному фону) Индустрия 4.0 обеспечивает многообразные и гибкие модели карьеры и тем самым сохраняет продуктивность работы»²⁹;

– сбалансированность трудовой жизни. «CPS-предприятия, обладающие большей гибкостью в организации работы, способны лучше всего удовлетворить растущие потребности работников в комбинировании работы и личной жизни, а также личного и профессионального развития»³⁰;

²⁵ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁶ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁷ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁸ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

²⁹ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

³⁰ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

– высокий уровень дохода. «В контексте двойной стратегии Германия с помощью Индустрии 4.0 сможет развить свои позиции ведущего поставщика и одновременно стать передовым рынком для решений Индустрии 4.0»³¹.

2.3 Направления применения Промышленного интернета вещей.

Промышленный интернет вещей используются для:

➤ повышения эффективности производственных и технологических процессов:

- сокращения простоев (до 10%);
- снижение затрат на техническое обслуживание, усовершенствование процедуры прогнозирования и предотвращения отказов оборудования (на 10%);
- повышения производительности труда на 10-25%;
- уменьшения расходов на 10-20%.
- трансформации бизнес-моделей:
 - модели совместного использования;
 - модели построения взаимодействия «поставщик-потребитель»;
 - модели управления и принятия решений;
 - модели «оборудование как сервис».

В числе публичных кейсов внедрения промышленного интернета в мировой практике можно выделить проект производителя мотоциклов Harley Davidson. Компания слишком медленно реагировала на запросы потребителей в условиях возросшей конкуренции и имела ограниченные возможности кастомизации 5 выпускаемых моделей на стороне дилеров. С 2009 г. по 2011 г. была проведена масштабная реконструкция промышленных площадок, в результате чего была создана единая сборочная площадка, выпускающая любой тип мотоцикла с возможностью кастомизации из более 1300 опций. На протяжении всего производственного процесса используются датчики, управляемые системой класса MES (SAP Connected Manufacturing). Каждый станок и каждая деталь имеют радиометку, которая однозначно идентифицирует изделие и его производственный цикл. Данные от датчиков передаются в платформу SAP HANA Cloud for IoT, выполняющую функцию интеграционной шины для сбора данных с датчиков и различных информационных систем, как внутренних производственных и бизнес-систем компании Harley Davidson, так и информационных систем контрагентов компании. В результате производственный цикл сократился с 21 дня до 6 часов (каждые 89 секунд с конвейера сходит мотоцикл, полностью настроенный под будущего владельца). Кроме того, реализовано сквозное управление изделием (мотоциклом) на всем его жизненном цикле.

³¹ Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. – 116 s. – S. 20. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

Еще один кейс – итальянская компания Breton, выпускающая станки для резки и обработки камня, которая развернула интеллектуальную систему ПоТ, основанную на экосистеме Microsoft. Станки можно подключать к удаленным серверам центра управления, в котором хранятся данные о производстве и инвентарная информация. Станки управляются программируемыми логическими контроллерами (PLC), подключенными к HMI (человеко-машинный интерфейс). HMI с помощью ASEM Ubiquity подключается к PLC компании Breton. Оператор может выйти в сеть с помощью HMI, выбрать необходимую спецификацию, использовать сканер штрих-кодов для сканирования данных. Все данные, требуемые для производства конкретного образца, автоматически загружаются в PLC. Процесс не требует бумажных инструкций, ручных корректировок, ручного запуска станка для резки по камню. Решение позволяет не только управлять и конфигурировать работу станков, но и осуществлять техподдержку в форме чата в режиме реального времени. Breton планирует значительно сократить расходы на поездки своих экспертов за счет удаленного обслуживания: 85% клиентов компании находятся вне Италии. Объем экономии компания оценивает в 400 тыс. евро. В выигрыше оказываются и клиенты. Так, тайваньская компания Lido Stone Works, производитель изделий из камня под заказ установила 3 станка компании Breton и перешла к автоматизированному производству. Решение связало подразделение дизайна с производственным цехом, в результате внедрения новой системы, Lido Stone Works получили рост выручки на 70% и повышение производительности на 30%.

Пример эффективного применения Промышленного интернета вещей показал американский производитель газовых турбин General Electric: компания внедрила систему удаленного мониторинга за состоянием оборудования. Контроль ведется в непрерывном режиме по всему миру, чтобы избежать внеплановых остановок и вовремя собирать информацию о предстоящем ремонте. Под эти цели GE разработала систему, которая обрабатывает огромный массив информации с десятков сотен работающих турбин. В итоге совокупный объем выгоды для предприятий, эксплуатирующих оборудование, оценивается в 100 млрд. долларов каждый год.

2.4 Факторы развития Промышленного интернета вещей.

Ключевой драйвер реализации концепции ПоТ – возможность повышения эффективности производственных и технологических процессов, на фоне сокращения капитальных затрат. Технологии позволяют предприятиям сокращать простои (до 10%), снижать затраты на техническое обслуживание, а также усовершенствовать процедуры прогнозирования и предотвращения отказов оборудования (на 10%), благодаря повышению производительности труда на 10-25% и уменьшению расходов на 10-20%. В конечном итоге внедрение ПоТ способствует повышению

производительности труда и росту ВВП, оказывая существенное влияние на экономику.

Согласно отчету Global CIO Survey 2017–2018 компании Logicalis, менеджеры считают, что препятствиями на пути к цифровой трансформации являются устаревшая инфраструктура (44% респондентов), неспособность сотрудников принять новую организационную культуру (56%) и стоимость развертывания цифровых процессов (50%). Другие проблемы включают отсутствие надлежащих технических навыков (34%), проблемы с безопасностью (32%) и отсутствие интереса к трансформации (11%).

Использование цифровых технологий потребует не только значительных технологических изменений, но также организационных и даже поведенческих изменений. Структуры управления будут претерпевать медленное обновление, и роль глубокого анализа в принятии и реализации сложных решений будет приобретать все большее значение. Основная проблема цифровой трансформации заключается не в определении пригодности цифровых решений, а в слабозрелости цифровой культуры и нехватке специалистов по цифровым технологиям в компаниях.

Термин «полураспад компетенций» используется для оценки степени устаревания специальных знаний, то есть периода времени после окончания учебы, когда из-за появления новой научно-технической информации компетенция выпускника снижается на 50%. Сегодня период полураспада знаний в области науки составляет около 5 лет (World Bank 2018). Необходимо повышать компетентность специалистов в области цифровых технологий в рамках существующих отечественных и международных программ обучения.

Согласно отчету Global CIO Survey 2017–2018 компании Logicalis, менеджеры считают, что препятствиями на пути к цифровой трансформации являются устаревшая инфраструктура (44% респондентов), неспособность сотрудников принять новую организационную культуру (56%) и стоимость развертывания цифровых процессов (50%). Другие проблемы включают отсутствие надлежащих технических навыков (34%), проблемы с безопасностью (32%) и отсутствие интереса к трансформации (11%).

Большая часть проектов по внедрению ИТ-систем сегодня нацелена на автоматизацию, а не на трансформацию бизнеса. Эти системы хранят огромное количество данных о том, что происходит в производстве, но уровень их аналитики остается слабым. Необходимо максимально использовать возможности, которые дает Промышленный интернет вещей: выстраивать принципиально другие бизнес-модели, изменять характеристики самой работы организации и бизнес-процессов. Более сложным этапом цифровой трансформации компании является реструктуризация всех процессов организации, развитие компетенций персонала и формирование доверия к новым цифровым технологиям.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое Промышленный интернет вещей?

2. В чем заключаются основные отличия Промышленного интернета вещей от Интернета вещей?
3. Какова взаимосвязь Промышленного интернета вещей и Индустрии 4.0?
4. Дайте определение Индустрии 4.0.
5. Индустрия 4.0 и четвертая промышленная революция – это синонимы?
6. Каковы отличительные черты промышленного производства в Индустрии 4.0?
7. Что такое киберфизические производственные системы? Какова их роль в Индустрии 4.0?
8. Перечислите основные направления применения Промышленного интернета вещей.
9. Назовите факторы, стимулирующие развитие Промышленного интернета вещей.
10. Назовите факторы, тормозящие развитие Промышленного интернета вещей.

[Вернуться к теме 2](#)

ТЕМА 3. АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: ознакомиться с архитектурой Промышленного интернета вещей, включая аппаратную часть, сетевые технологии и технологии обработки данных.

Структура занятия:

3.1 Общая характеристика архитектуры Промышленного интернета вещей.

3.2 Аппаратная часть Промышленного интернета вещей.

3.3 Сетевые технологии Промышленного интернета вещей.

3.4 Обработка данных в Промышленном интернете вещей.

3.1 Общая характеристика архитектуры Промышленного интернета вещей.

Физическую инфраструктуру Интернета вещей обеспечивают:

- средства идентификации;
- средства измерения;
- средства передачи данных;
- средства обработки данных.

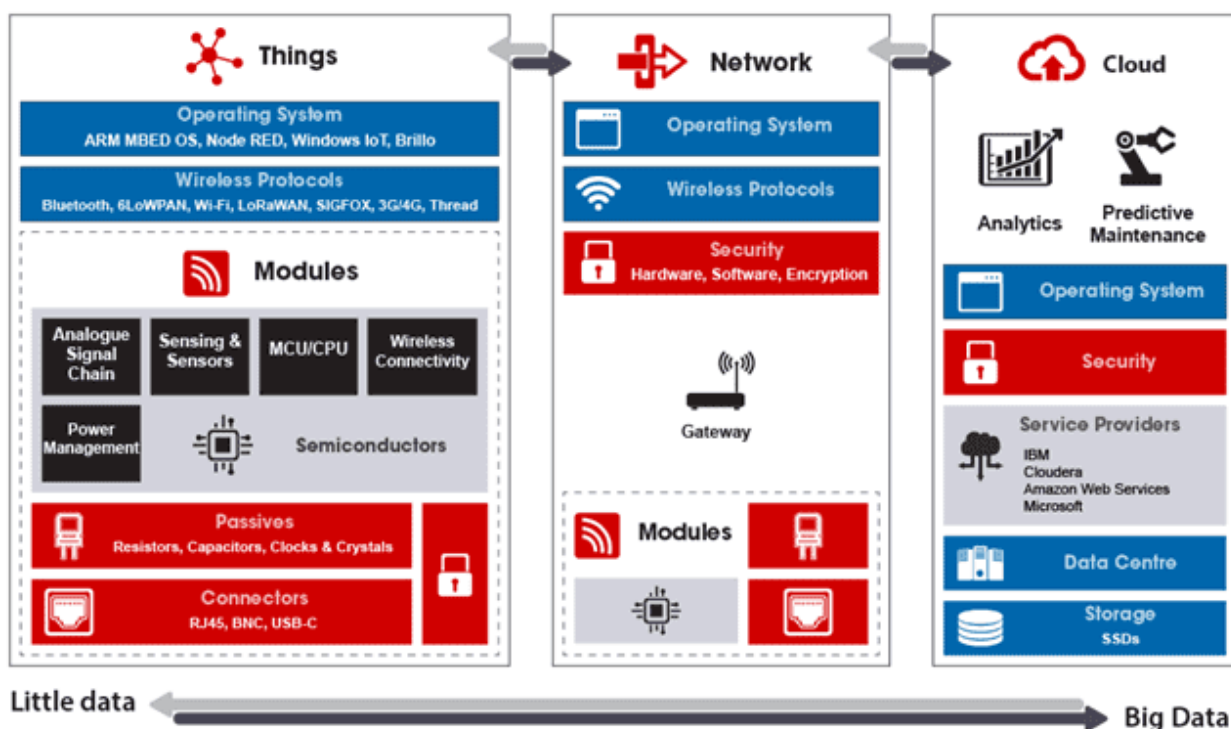


Рис. 3.1 – Архитектура Промышленного Интернета вещей.

Источник: [32].

³² Интернет вещей (IoT) [Электронный ресурс] // RS Components Ltd. – Режим доступа: <https://ru.rsdelivers.com/campaigns/InternetofThings/internet-of-things>.

3.2 Аппаратная часть Промышленного интернета вещей.

Аппаратная часть Промышленного интернета вещей включает средства идентификации, средства измерения, сетевые шлюзы и хабы. Задача идентификации предметов (вещей) при всеобъемлющем распространении Интернета вещей является первостепенной. Для ее решения используются оптически распознаваемые идентификаторы (штрих-коды, Data Matrix, QR-коды), средства определения местонахождения в режиме реального времени (радиочастотные технологии, GPS, ГЛОНАСС, RFID), а также протокол IPv6 для идентификации объектов, непосредственно подключенных к интернет-сетям.

Средства измерения, от датчиков, счетчиков, видеокамер до сложных интегрированных измерительных систем, используются для преобразования сведений о внешней среде в данные, воспринимаемые машинами. Датчики применяют, чтобы собирать информацию с разных устройств: умных браслетов, станков, автомобилей. Они могут измерять разные физические показатели: от температуры воздуха до уровня инфракрасного излучения. Для этого датчики оснащают чувствительными элементами, например, светочувствительными диодами или металлическими пластинками, меняющими свойства в зависимости от среды.

Объективными предпосылками возникновения и распространения Промышленного интернета вещей стало развитие микроэлектроники, приведшее к уменьшению размера датчиков и их удешевлению, в том числе за счет снижения затрат на обслуживание, достигаемого путем повышения автономности питания (использование фотоэлементов, энергии вибрации, воздушных потоков, беспроводной передачи электричества).

С. Грингард подчеркивает: «Датчик – это глаза, уши, нос и пальцы Интернета вещей. Именно они, по сути, являются той волшебной силой, что приводит Интернет вещей в действие»³³.

По типу выходного сигнала IoT датчики классифицируются:

- аналоговые – датчики температуры, влажности, освещенности, тока и напряжения, потребляемой мощности, расхода, уровня, давления и др.;
- дискретные – датчики открытия\закрытия, движения\перемещения, воды\протечки;
- импульсные – датчики расхода веществ;
- цифровые – аналоговый датчик с подключенным цифровым преобразователем.

Большинство датчиков основано на волновом принципе – приеме звуковых, ультразвуковых, световых и тепловых волн. Но существуют устройства, измеряющие физические характеристики (индуктивность, емкость, давление и пр.). Комбинируя различные типы датчиков, можно значительно повысить качество и «уровень интеллектуальности» IoT-системы.

³³ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь/ С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

Один отдельный датчик может измерять только конкретную физическую величину, например, влажность. Но почти всегда для целей бизнеса или производства требуется решать более сложные задачи, чем просто измерить один показатель. Пример: на производстве нам нужно знать точку росы – температуру, при которой влага из воздуха начнет выпадать в виде росы. Для этого нужно измерить влажность и температуру, рассчитать, при каких показателях воздух станет слишком насыщен влагой, учесть изменение разных показателей с течением времени. Чтобы решить эту задачу, можно установить много датчиков, связать их, настроить систему для сбора данных и их анализа. А можно взять умный датчик точки росы. В нем есть все нужные датчики, а также процессор, который собирает, обрабатывает и анализирует данные. В итоге такой умный датчик сразу передает всю нужную информацию.

Некоторые умные датчики умеют даже принимать определенные решения. Например, датчик дыма может автоматически включить сигнализацию. Он передаст сигнализации не информацию о задымлении, а именно команду «включить», так как сам определил уровень дыма как опасный.

Все датчики отличаются друг от друга: одни могут работать в экстремальных условиях, другие более точные, третьи дольше служат. Эти отличия влияют на цену – чем больше датчик умеет и чем больше способен выдержать, тем дороже он стоит. Разберем основные параметры датчиков, используемых в Промышленном интернете вещей.

- Рабочая температура датчика – при какой температуре датчик может работать и показывать конкретные данные. Обычно датчики выдерживают температуру от -20°C до $+30\dots+40^{\circ}\text{C}$. Если температура в помещении пониженная или повышенная, например, нужно измерять что-нибудь в морозильной камере, придется выбрать более «выносливый» датчик. Станки тоже иногда нагреваются или охлаждаются до экстремальных температур – это нужно знать и учитывать при выборе датчика.

- Защищенность корпуса – насколько датчик защищен от влаги, пыли и ударов. Датчики на станки обычно требуют серьезной защиты от пыли или давления, а вот датчики в обычных помещениях можно ставить и незащищенные.

- Точность измерений – до каких долей датчик фиксирует величину и какая у него погрешность. Например, для датчика температуры в офисном помещении вполне хватит точности до градуса – неважно, $+20^{\circ}\text{C}$ там или $+20,3^{\circ}\text{C}$. А вот в температуре на производстве может быть важна точность до десятых и даже сотых – тогда нужно выбирать датчики поточнее.

- Диапазон измерений. Минимальное и максимальное значение, которое датчик способен зафиксировать. Например, если диапазон измерений термометра до 50°C , 60°C он покажет как 50°C – на большее датчик просто неспособен. Диапазон измерений нужно выбирать в зависимости от нужной точности и величин.

- **Стабильность связи.** Насколько далеко датчик способен передавать данные, боится ли сигнал от него помех и препятствий. Чем больше предприятие, чем больше в помещении помех, тем стабильнее нужно выбирать датчик. Иначе получится, что между датчиком и приемником проедет машина, и данные пропадут. Для надежной связи есть модули, которые умеют хранить данные и передавать их другим датчикам с таким же модулем. В итоге данные сохраняются, переходят по цепочке и в любом случае попадают на сервер.

- **Время безотказной работы.** Как долго датчик проработает без поломок при соблюдении условий его эксплуатации: температуры, влажности, давления. Обычно длительная безотказная работа требуется, если датчик нужно установить в труднодоступном месте.

- **Размер и вес.** Эти показатели важны, если датчик требуется установить в ограниченном пространстве или на небольшое устройство. Обычно чем датчик меньше и легче, тем он дороже³⁴.

Широкомасштабное оснащение датчиками различных объектов (транспортных средств, товаров, дорог, зданий, почв, растений) привело к новому восприятию объектов в окружающей среде. Создание обширной сети датчиков позволяет установить контроль над объектами и обеспечить немедленную реакцию на изменение условий, что нашло применение в таких сферах как медицина, метеорология, сельское хозяйство, транспортная и складская логистика. Однако, как справедливо отмечает С. Грингард, «польза подключенных устройств не в том, чтобы с помощью приложения для смартфона заводить двигатель или регулировать температуру в доме. Реальная польза появится, когда целые сети устройств будут обмениваться данными и применять их на практике»³⁵. Концепция Интернета вещей предполагает объединение множества средств измерения в сети и выстраивания межмашинного взаимодействия (технология M2M), в рамках которого устройства обмениваются информацией через интернет без участия человека.

Как правило, в Промышленном интернете вещей отсутствует прямой доступ к конечным устройствам, поэтому для соединения уровней технологического оборудования и интеллектуальных систем обработки и хранения информации используются шлюзы – роутеры, которые объединяют и подключают конечные устройства к облаку. Шлюзы IoT предназначены для сбора данных с конечных устройств по промышленным протоколам и передачи их в облако для дальнейшего анализа и мониторинга.

Конечные устройства являются источниками данных с низкой вычислительной мощностью, которые непрерывно передают на шлюз множество информации различного формата. Датчик конечного устройства формирует аналоговый сигнал, который преобразуется в цифровое (дискретное) значение с помощью АЦП – аналого-цифрового

³⁴ Значение датчиков в мире IoT-технологий [Электронный ресурс] // ООО «НЬЮЛЭНД технолоджи». – Режим доступа: <https://newland.by/ru/news/single/znachenie-datchikov-v-mire-iot-tehnologiy>.

³⁵ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

преобразователя. Это значение маркируется меткой времени и классифицируется (тегируется) локальным процессором конечного устройства. Теги могут быть простыми, например, обнаружено движение, или сложными, из нескольких параметров (движение + скорость, движение + скорость + автомобиль и пр.). Чем сложнее тег, тем более мощным должен быть периферийный процессор и энергопотребление конечного устройства. Однако, более информативные теги позволяют сократить количество передаваемых данных в облако и полосу пропускания информации, а это, в свою очередь, увеличивает скорость реакции на событие.

Шлюз, в свою очередь, отправляет данные в облачный кластер, где развернута программная IoT-платформа на базе средств Big Data для обработки и интеллектуального анализа информации

3.3 Сетевые технологии Промышленного интернета вещей.

Передача данных обеспечивается за счет повсеместно распространенных и всепроникающих различных коммуникационных сетей, при этом происходит их трансформация согласно стандартным унифицированным протоколам во входную информацию. С. Грингард отмечал важность выработки единых международных стандартов: «Одной из главных трудностей на пути к более быстрому и всеохватывающему интернету стала битва из-за протоколов и стандартов. <...> Необходимость единых стандартов и протоколов на самом деле касается всего, от потребления электричества и заряда аккумуляторов небольшими приборами до способов взаимодействия и обмена данными между устройствами. <...> Без общих стандартов – а также четких требований в области управления данными – весь огромный экономический и практический потенциал Интернета вещей не будет реализован»³⁶. Поскольку технологии сбора, передачи и обработки данных с устройства Интернета вещей очень динамичны, процессы стандартизации для многих технологий пока еще не завершены. Работы по стандартизации проводятся на государственном уровне на постоянной основе не только в направлении разработки новых стандартов, но и в направлении гармонизации с международными стандартами.

Данные могут быть переданы посредством:

- мобильной,
- спутниковой,
- фиксированной связью.

В Интернете вещей используются преимущественно беспроводные технологии сотовой связи (3G или LTE сети), а также технологии дальнего (LPWAN), среднего и ближнего радиуса действия (Wi-Fi, ZigBee, Ethernet). В последнее время также получили распространение новые проводные технологии, например, технологии построения сетей передачи данных по линиям электропередачи (Powerline), так как многие устройства, подключенные к Интернету вещей, требуют доступ к электросетям.

³⁶ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

Используется также и фиксированная связь – PSTN, ISDN, DSL, оптоволоконно и кабель, Li-Fi.

Для полноценного функционирования промышленного Интернета вещей необходима высокоскоростная широкополосная мобильная связь 5G. Она, по сравнению с 4G, способна обеспечить более высокую пропускную способность, большую доступность широкополосной мобильной связи, а также более короткое время задержки сигнала, скорость интернета 1-2 Гбит/с (до 7 Гбит/с; Huawei удалось добиться скорости нисходящей передачи данных 27 Гб/с благодаря полярным кодам³⁷), меньший расход энергии батарей устройств. Эти преимущества позволят создать сверхнадежные масштабные системы коммуникации между устройствами как инфраструктурный базис для промышленного Интернета вещей. 5G будет использоваться прежде всего в производственных секторах, а не в сегменте конечных пользователей.

На сегодня сети пятого поколения разворачиваются более чем в 34 странах мира. Считается, что внедрение 5G способно дать мировой экономике толчок «мощностью» около 13 трлн. долл. США. Основной рост технологий 5G наблюдается в Китае, где на них приходится 11% подключений в сотовых сетях. К концу августа 2021 года появилась информация о том, что в Китае построено более 1 млн. базовых станций для сетей 5G. Ударное развертывание этой технологии подчеркивает то, что страна наращивает усилия по созданию надежной телекоммуникационной инфраструктуры для расширения использования 5G в растущем количестве секторов³⁸.

Второе место занимает Северная Америка с долей 5G-подключений в 4%. Именно Северной Америке будет принадлежать лидерство по уровню проникновения в ближайшие годы – в 2026 г. 80% мобильных подключений в регионе будут в сетях 5G³⁹.

В Европе 5G-технологии составляют 1% всех подключений в мобильных сетях региона. Это связано с тем, что в течение 2020 г. сразу несколько стран перенесли аукционы и не выделили операторам частоты, необходимые для развертывания сетей. Распространение 5G в Европе происходит медленнее чем в странах-лидерах. В большей степени продвинулась Франция («операторы и регуляторы пришли к общему пониманию и разработали правила, по которым в обмен на облегчение налогового бремени или на продление лицензий оператор обязуется увеличить объем инвестиций, то есть вложить сэкономленную сумму в расширение покрытия широкополосных сетей в сельской местности, вдоль шоссе и железных дорог и т.д.»⁴⁰). В Германии запуску 5G препятствуют разногласия

³⁷ Китай переходит на 5G с опережением срока [Электронный ресурс] // Издательский дом Connect.wit. – Режим доступа: <http://www.connect-wit.ru/kitaj-perehodit-na-5g-s-operezheniem-sroka.html>.

³⁸ Развитие сетей 5G в мире [Электронный ресурс] // TAdviser. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9_5G_%D0%B2_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B5.

³⁹ Свыше 1 млрд человек будут жить в зоне действия сетей 5G к концу 2020 г. [Электронный ресурс] // C-News. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/top/2020-11-30_svysh_1_mlr_d_chelovek_budut.

⁴⁰ 5G с европейским акцентом [Электронный ресурс] // TVNews.by: новости телевидения, радио, прессы, кино и телекоммуникаций. – Режим доступа: <https://tvnews.by/analytics/13349-5g-s-evropejskim-akcentom.html>.

между политиками и мобильными операторами: продажа дополнительных частот, которые необходимы для расширения сети, осуществляется посредством аукционов среди операторов мобильной связи. При этом «каждый, кто покупает лицензию, должен предложить скорость передачи данных 100 Мбит/с с покрытием 98% к 2022 году»⁴¹. Вырученные средства планируется аккумулировать в отдельный фонд, предназначенный для развития широкополосной связи.

В Республике Беларусь также планируют внедрять 5G. Первые пробные тесты данной технологии в стране были проведены в 2017 г. белорусским инфраструктурным оператором beCloud и китайской компанией Huawei. «В ходе тестов удалось достичь скорости порядка 2.048 Мбит/с»⁴². Начиная с 2020 года beCloud проводит комплекс мероприятий по исследованию возможностей технологии 5G и определению оптимальных сценариев ее внедрения в Беларуси. На первом этапе масштабного тестирования, в мае-декабре 2020 года, для выполнения данных работ было развернуто несколько фрагментов сети 5G: в МКСК «Минск-Арена» (г. Минск), на территориях городов Минск и Гомель, а также в месторождении «Ситницкое» (Лунинецкий район Брестской области) для обеспечения работы роботизированной карьерной техники. На втором этапе, в 2021 году, в уже созданных опытных зонах тестирование продолжится. Также будут созданы новые тестовые зоны. В начале года новый тестовый участок заработал в помещениях Национального аэропорта. В настоящий момент совместно с Объединенным институтом машиностроения Национальной академии наук Беларуси и Минским тракторным заводом beCloud начал тестирование 5G для обеспечения работы дистанционно управляемой сельхозтехники. Успешным стал опыт beCloud в использовании технологии 5G для обеспечения роботизированной и дистанционно управляемой техники (ряд совместных проектов с БелАЗ, «ВИСТ Майнинг технолоджи», «Технологиями земледелия», ОИМ НАН Беларуси)⁴³.

3.4 Обработка данных в Промышленном интернете вещей.

Для управления и анализа данных, получаемых с датчиков, нужны компьютеры, способные обрабатывать огромные массивы данных, системы хранения и соответствующее программное обеспечение. Для этого используются большие данные, а также облачные вычисления на платформе Интернета вещей.

Расширение использования Интернета вещей приведет к существенному увеличению информационного потока, что порождает дальнейшие проблемы

⁴¹ Расширение сети 5G: политики и сетевые операторы преследуют разные цели [Электронный ресурс] // Germania.one. – Режим доступа: <https://germania.one/rasshirenie-seti-5g-politiki-i-setevye-operatory-presledujut-raznye-celi/>.

⁴² Минсвязи: в Беларуси вскоре начнется коммерческая эксплуатация 5G [Электронный ресурс] // Naviny.by. Белорусские новости. – Режим доступа: <https://naviny.by/new/20181003/1538563885-minsvyazi-v-belarusi-vskore-nachnetsya-kommercheskaya-ekspluatatsiya-5g>.

⁴³ beCloud переходит на второй этап масштабного тестирования 5G в Беларуси [Электронный ресурс] // БелТА. – Режим доступа: <https://www.belta.by/tech/view/becloud-perehodit-na-vtoroj-etap-masshtabnogo-testirovanija-5g-v-belarusi-444010-2021/>.

с его хранением и анализом. Так, согласно отчету компании по управлению данными Wirgo «за время шестичасового рейса на Боинге-737 из Нью-Йорка в Лос-Анжелес генерируется колоссальное количество информации – 120 терабайт. Вся она собирается и хранится в самолете. Что еще более важно, эти данные могут быть проанализированы, чтобы выявить все аспекты работы двигателя»⁴⁴. Сегодня генерируемые машинами данные составляют около 15% всех данных предприятия, в последующие 10 лет ожидается увеличение этого показателя до 50%⁴⁵.

Частью инфраструктуры Промышленного интернета вещей выступают ПоТ–платформы, которые обеспечивают обмен данными между конечными устройствами и облачным хранилищем. ПоТ-платформы поддерживают различные типы коммуникаций, могут быть с успехом использованы в производстве, промышленности, системах наблюдения, приложениях автоматизации.

В Промышленном интернете вещей широко используются облачные технологии. Облако (Cloud) – удаленный сервер в дата-центре, обрабатывающий, анализирующий и хранящий информацию. Именно здесь малые данные превращаются в Big Data, когда консолидируется множество информационных потоков с различных устройств. Так Интернет вещей становится «интеллектуальным», поскольку подключаются средства анализа данных.

На облачном сервере данные от различных периферийных устройств интегрируются (суммируются по тегам), систематизируются и анализируются с применением Machine Learning и других методов искусственного интеллекта. Результаты интеллектуального анализа данных визуализируются в виде графиков, диаграмм и пр., отображаясь в витринах (дэшбордах) пользовательского интерфейса IoT-платформы.

Промышленный интернет вещей предполагает не только передачу информации с технологических объектов, но и удаленное управление ими. Поэтому реализуется обратная связь от облачной IoT-платформы к периферийному устройству управления необходимым объектом, например, задвижкой на трубе и пр. Для этого в облаке реализуется виртуальное представление периферийного устройства, куда записывается необходимая информация по изменению его состояния, а затем передается на исполнительное устройство конечного оборудования. При этом периферийный процессор выполняет распознавание тегов и ЦАП, т.е. обратное цифро-аналоговое преобразование – из дискретного значения в аналоговую форму.

Огромные массивы структурированных и неструктурированных многообразных данных, объемы которых постоянно возрастают, требуют иных технических подходов не только к их передаче, но и к высокоскоростной обработке и получению результатов. Интернет вещей, наряду с социальными

⁴⁴ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

⁴⁵ Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.

медиа, является основным источником формирования больших данных. В качестве примеров источников возникновения больших данных традиционно приводятся непрерывно поступающие данные с измерительных устройств, события от радиочастотных идентификаторов, потоки сообщений из социальных сетей, метеорологические данные, данные дистанционного зондирования Земли, потоки данных о местонахождении абонентов сетей сотовой связи, устройств аудио- и видеорегистрации⁴⁶.

Существует множество методов анализа больших данных, например: методы класса Data Mining (обучение ассоциативным правилам, классификация, кластерный анализ, регрессионный анализ); краудсорсинг (категоризация и обогащение данных силами широкого, неопределённого круга лиц, привлечённых на основании публичной оферты, без вступления в трудовые отношения); смешение и интеграция данных (цифровая обработка сигналов и обработка естественного языка); машинное обучение; искусственные нейронные сети, сетевой анализ, оптимизация, в том числе генетические алгоритмы; распознавание образов; прогнозная аналитика; имитационное моделирование; пространственный анализ; статистический анализ; визуализация аналитических данных⁴⁷. Ожидается, что с расширением использования Интернета вещей и увеличением объема генерируемых данных будут и дальше развиваться технологии анализа больших данных.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные элементы архитектуры Промышленного интернета вещей.
2. Охарактеризуйте аппаратную часть Промышленного интернета вещей.
3. Каково назначение средства идентификации?
4. Какие средства измерения используются в Промышленном интернете вещей? По каким критериям они могут различаться?
5. Каково назначение сетевых шлюзов и хабов в Промышленном интернете вещей?
6. Какие сетевые технологии используются в Промышленном интернете вещей?
7. Какова роль 5G в развитии Промышленного интернета вещей?
8. Опишите физическую инфраструктуру обработки данных в Промышленном интернете вещей
9. Какие технологии используются для обработки данных в Промышленном интернете вещей?

[Вернуться к теме 3](#)

⁴⁶ Черняк, Л. Большие Данные – новая теория и практика (рус.) / Л. Черняк // Открытые системы. СУБД. – 2011. – № 10.

⁴⁷ James Manyika et al. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity (англ.) (PDF) [Электронный ресурс] // McKinsey Global Institute, June, 2011. McKinsey (9 August 2011). – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/>.

ТЕМА 4. ВНЕДРЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Цель занятия: изучить особенности внедрения Промышленного интернета вещей на микроуровне.

Структура занятия:

4.1 Предпосылки и условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

4.2 Этапы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

4.3 Области применения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

4.4 Риски и угрозы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

4.1 Предпосылки и условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

Предпосылками внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса выступают:

- повышение уровня наукоемкости и высокотехнологичности промышленного производства: более громоздкая материально-техническая производственная база, большое количество участников, качественная разнородность этапов производственного процесса;

- повышение уровня клиентоориентированности промышленной продукции;

- изменение потребительского поведения (мода, короткий жизненный цикл продукции, интернет-покупки);

- развитие информационных технологий и цифровизация экономики и общества.

К условиям внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса следует отнести:

- глобальную политическую и экономическую нестабильность, информационные условия (социально-экономическая информация, усиливаются риски возникновения «пузырей» во всех сферах);

- демографические изменения;

- идеологические изменения (ценности, цели, стереотипы);

- трансформацию роли государства;

- трансформацию структурной политики, изменения отраслевого ландшафта;

- организационно-функциональные формы, с помощью которых реализуется производство Индустрии 4.0 (институты, управляющие становлением Индустрии 4.0).

На микроуровне скорость внедрения любого новшества, в том числе и Интернета вещей, зависит от того:

- насколько очевидное преимущество оно предоставляет;
- от сложности интеграции системы в бизнес-процесс;
- амортизационного срока оборудования.

В телекоммуникационной сфере внедрение оборудования нового поколения происходит быстрее, чем в таких консервативных отраслях, как энергетика. Национальная Ассоциация участников рынка промышленного интернета оценивает экономию при массовом внедрении Интернета вещей в 30–40% бизнес-бюджета. Оценки американской транснациональной компании Cisco, разработчика и продавца сетевого оборудования, скромнее – около 15%.

4.2 Этапы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

Создание комплексных решений IoT подразумевает работу на нескольких уровнях, объединяющих множество различных компонентов. Очевидно, что и бизнес-сценарии, и техническая архитектура решений IoT существенно отличаются в зависимости от сегмента и, в частности, от конкретного сценария использования. Например, при подключении удаленного промышленного оборудования (беспилотные грузовики Rio Tinto, применяемые в добывающей промышленности) стоят совершенно иные задачи, чем при подключении интеллектуальных оросительных систем в рамках концепции «интеллектуального города» (инициатива «Интеллектуальный город» в Барселоне). К таким задачам относятся обеспечение соблюдения изменяющихся требований к архитектуре безопасности, моделями данных и преобразованию протоколов. Универсального подхода, гарантирующего успешную разработку решения Промышленного интернета вещей, не существует. Однако есть ряд методических рекомендаций.

Самая общая схема работы над проектами Промышленного интернета вещей состоит из пяти этапов.

1. Разработка бизнес-сценария. Как правило, бизнес-сценарий для Промышленного интернета вещей готовят специалисты из разных подразделений. Его утверждает руководитель компании или совет директоров. Этот процесс довольно простой, однако зачастую в компаниях недостаточно эффективно организована совместная работа различных отделов и сотрудники не сосредоточены в должной степени на достижении результата.

2. Сравнение самостоятельной разработки решений и их приобретения. Изучение поставщиков. После того как основные свойства и функции решения определены, компании должны сделать выбор: разрабатывать своими силами или обратиться к стороннему поставщику? Во многих случаях ответ на этот вопрос предполагает комбинацию обоих вариантов, поскольку опыт собственных специалистов компании, набор технологий и затраты играют важную роль.

3. Эксперимент. На этапе эксперимента проверяется ряд ключевых моментов, но далеко не все детали проекта. Рекомендуется протестировать 1–5 сценариев различных функций, наиболее важных для бизнеса. Масштабное мышление важно, однако, начав эксперимент с малого, компании могут быстрее завершить этот этап и перейти к следующей итерации. Если эксперимент завершен меньше чем за год, это может оказаться решающим фактором для получения поддержки высшего руководства.

4. Первоначальное пилотное развертывание. После проверки концепции можно развивать сценарии дальше и убедиться в том, что решение Промышленного интернета вещей можно успешно интегрировать в масштабе всей организации. На этом этапе самой серьезной задачей являются обучение сотрудников работе с системой и подготовка к организационным изменениям, которые потребуются для внедрения нового процесса.

5. Коммерческое развертывание. На этом этапе решение Промышленного интернета вещей уже развернуто на нескольких тысячах устройств, одним из главных факторов успеха становятся управляемость и масштабируемость всей системы. Важно также реализовывать комплексные изменения организационной структуры и внедрять новые процессы, чтобы дать пользователям возможность использовать все преимущества решения.



Рис. 4.1 – Схема работы над проектами IoT.

Как показывает практика, рекордно короткий срок реализации проекта – от создания бизнес – сценария до коммерческого развертывания – девять месяцев. Однако это скорее исключение. В среднем срок реализации проекта составляет 18–24 месяца. Срок реализации может затянуться по множеству причин, включая проблемы коммерческого характера (недостаточная личная заинтересованность некоторых ключевых участников проекта) или технические проблемы (отсутствие инфраструктуры для масштабирования решения при коммерческом развертывании).

Решения IoT успешны лишь при условии эффективной совместной работы различных отделов компании, особенно это касается отделов, занимающихся программным и аппаратным обеспечением. Чтобы успешно реализовать проект IoT, необходимо преодолеть изолированность различных

отделов организации. Зачастую это приводит к недовольству или даже резкому сопротивлению коллектива.

Важность организационных изменений и изменений в корпоративной культуре часто недооцениваются. Революционные технологии IoT полностью меняют способы получения компаниями прибыли. Чтобы эффективно выстроить работу сотрудников в соответствии с новыми бизнес-моделями, необходимо уделять должное внимание этой задаче с самого начала.

Для разработки комплексного решения IoT требуется широкий спектр навыков: проектирование встроенных систем и архитектуры облачных сред, поддержка приложений, анализ данных, проектирование систем безопасности и интеграция серверных систем (например, ERP/CRM). Для успешного внедрения IoT-решения на предприятии необходимо восполнить пробелы в знаниях и навыках персонала в плане IoT, организовать дополнительное обучение и повышение квалификации с упором на уникальные новые технологии IoT. Также требуется сотрудничество с экспертами по IoT, обладающими глубокими познаниями в различных областях. Не менее важно выбрать поставщика, который поможет восполнить недостающие знания сам или при помощи обширной экосистемы партнеров.

Второй этап – сравнение самостоятельной разработки решений и их приобретения – начинается с разработки технического задания. Необходимо ответить на следующие вопросы:

- Какие конечные точки будут передавать данные?
- Сбор каких точек данных будет выполняться?
- Какие средства анализа помогут извлечь из данных стратегически значимую полезную информацию?
- Какие корпоративные системы необходимо подключить?
- Какие услуги компания должна предложить?

Для составления примерного плана комплексного решения необходимо определить: 1) располагает ли компания достаточным собственным опытом работы с технологиями, 2) сумеет ли компания соответствовать темпу развития технологий и требованиям клиентов в будущем и 3) какой объем данных будет создаваться, в какой форме и насколько быстро эти данные можно извлекать. Именно это определяет выбор базы данных и системы хранения, а также возможность их создания на основе существующей инфраструктуры данных.

На рис. 4.1 представлены преимущества самостоятельной разработки IoT-решений.

Преимущества:	Обоснование:
а. Сокращение времени вывода продукта на рынок	Критически важные элементы инфраструктуры существуют изначально
б. Доступ к критически важным навыкам	Доступна партнерская сеть, предлагающая знания и опыт в различных областях
в. Безопасность, заложенная на этапе проектирования	Жизненный цикл безопасной разработки предполагает создание системы безопасности на начальном этапе
г. Оптимизация для работы с широкой экосистемой	Соответствие отраслевым стандартам различных партнерских экосистем (например, ПС)
д. Простое и удобное масштабирование	Модульная структура, оптимизированная для крупномасштабных развертываний
е. Возможность создания комплексного полнофункционального решения	Эффективное взаимодействие различных компонентов, предоставленных одним поставщиком (например, ОС, облачная инфраструктура, инструменты аналитики)

Рис. 4. 2 – Преимущества самостоятельной разработки IoT-решений.

Прежде чем использовать готовое решение, следует проанализировать все связанные с этим затраты, а также риск оказаться зависимым от одного поставщика. Зависимость от неподходящего поставщика может в определенной степени лишить компанию свободы выбора в отношении решения в целом или же повлечь неконтролируемые расходы на обслуживание, поддержку и настройку в долгосрочной перспективе. Большинство поставщиков предлагают сначала провести пробный пилотный запуск. Хотя изначально компаниям дается возможность протестировать отдельные функции бесплатно, необходимо запланировать специальный бюджет для пилотного этапа, поскольку для успешного пилотного запуска проекта почти всегда требуются услуги интеграции и моделирования данных.

Имеющийся сценарий использования, конечно, определяет требования к решению, однако выбор поставщика во многом зависит от предлагаемых им компонентов и от того, как они впишутся в решение компании. Нет ни одного поставщика технологий IoT, который мог бы предоставить комплексное готовое решение. Тем не менее некоторые поставщики предлагают более выгодные и полные варианты и вместе со своими партнерами могут обеспечить поддержку на уровне полнофункционального комплексного решения IoT. Поставщик, обладающий обширной партнерской сетью, может свести к минимуму проблемы, возникающие при разработке решения, используя накопленный опыт и знания. Наличие партнерских отношений между поставщиками облачных платформ, оборудования, телекоммуникационных услуг и независимыми поставщиками ПО для граничных устройств значительно упрощает развертывание решений IoT в различных экосистемах.

Цель третьего этапа (эксперимент) – быстрый анализ реализуемости решений. Основная задача здесь заключается в том, чтобы сосредоточиться на небольшом количестве сценариев, которые наиболее важны для функционирования компании. После проверки этих сценариев можно добавить дополнительные функции на этапе 4 (пилотный запуск). Многие поставщики технологий ИИТ предлагают услуги своих специалистов по реализации, которые занимаются конкретно интеграцией специализированных компонентов клиента на этапе развертывания пилотного проекта. Некоторые платформы ИИТ предлагают также предварительно настроенные решения для быстрых проверок пилотных проектов.

Когда компании переходят от пилотного запуска к развертыванию, одним из ключевых факторов успеха становится то, насколько эффективно решение справляется с существующей сложностью. Чем больше развертывается подключенных к ИИТ устройств, тем эффективнее система должна работать с различным программным обеспечением, встроенным ПО, структурами данных и инструментами безопасности, а также решать проблемы при подключении. На этом этапе становится очевидно, справляется ли система с управлением масштабными развертываниями или нет.

Этап 5 (коммерческое развертывание) – масштабирование ИИТ-решений. На этом этапе следует уделить особое внимание трем областям:

- создание эффективной встроенной системы безопасности ИИТ,
- сведение к минимуму проблем, связанных с взаимодействием,
- интеграция функций управления, обеспечивающих масштабирование решения ИИТ.

4.3 Области применения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

Использование Промышленного интернета вещей дает определенные преимущества практически каждому промышленному объекту. Однако действующие участки производства с широко распределенными активами зачастую ограничиваются локализованным опытом для управления их подключением и агрегированием приобретаемых данных. Также освоению ИИТ могут мешать укоренившиеся традиционные рабочие процессы, что не способствует росту их производительности и, следовательно, повышению их прибыльности. Согласно аналитике McKinsey, работа умной фабрики может, например, повысить производительность на 3–5% и сократить время выхода изделия на рынок на 20–50%.

В промышленном секторе подключенные устройства (датчики, сенсоры, мини-компьютеры) позволят отслеживать показания систем в режиме реального времени, причем это также позволит оценивать износ и необходимость ремонта. Кроме того, внедрение аналитики больших данных, собираемых с подключенных устройств, позволит в автоматическом режиме заказывать недостающие детали, синхронизировать время ремонта разного оборудования в наиболее оптимальной конфигурации, предсказывать

возможные поломки с аккуратностью в 85–95 %. Таким образом, удастся не только снизить время простоя, но и иметь адекватную оценку реального состояния систем, что, в свою очередь, поможет избежать системных аварий и сократить количество необходимого резерва.

Повышение уровня автоматизации процессов снижает вероятность человеческой ошибки и тяжесть их последствий, если они не заложены в исходном коде, разумеется, делая транзакции внутри системы более прозрачными для имеющих соответствующий доступ пользователей. Тем не менее опыт показывает, что необходимо также учитывать вопросы безопасности подобных систем.

Задачи, которые решаются при помощи Промышленного интернета вещей, могут очень значительно варьироваться в зависимости от отрасли. Рассмотрим более подробно области использования Промышленного интернета вещей на примере горной промышленности. Использование цифровых технологий на всех этапах горного производства (разведка запасов и планирование горных работ; добыча; обогащение и переработка; транспортировка породы и грузов; утилизация отходов и рекультивация участка) способствует повышению гибкости и адаптивности предприятий горной промышленности, росту производительности за счет оптимизации производственных процессов и совершенствованию работы с клиентами.

Освоение каждого месторождения полезных ископаемых требует серьезной подготовительной работы: научных исследований, геологоразведочных работ, разработки технической и экономической документации, инфраструктурного комплекса, от которых предприятия горнодобывающей промышленности не могут отказаться. Работы по доизучению месторождения ведутся на протяжении всего периода его разработки, а степень непредсказуемости горнодобывающих и горнообогатительных работ высока. Значительно сократить временные и финансовые затраты и повысить эффективность выработки на этом этапе горного производства помогают такие технологии, как машинное зрение, большие данные и аналитика, компьютерная симуляция и моделирование, цифровое проектирование, геймификация, предикативная аналитика, облачные технологии, системы навигации, дроны и беспилотный транспорт.

На этапе добычи полезных ископаемых использование цифровых технологий направлено на автоматизацию производственных и управленческих процессов, контроль за выработкой месторождений, повышение точности планирования горных работ, эффективную координацию рабочих процессов в труднодоступных местах. Автономные буровые установки с программным обеспечением, погрузочно-доставочная техника с дистанционным управлением и прочие роботизированные системы, составляющие т. н. «безлюдные» технологии. Такого рода технологии направлены, как отмечают эксперты, «вовсе не на освобождение производственного процесса от участия человека, а на создание новой организации, в которой люди дистанционно управляют машинами, а те "берут" на себя тяжелую и монотонную работу в опасных и вредных

условиях»⁴⁸. Дистанционное управление оборудованием не только повышает уровень безопасности производства, но и в перспективе будет способствовать «смягчению» проблемы нехватки квалифицированных кадров в горной промышленности, поскольку требует меньшего количества занятых.

С целью повышения эффективности координации рабочего процесса в труднодоступном месте (например, в шахте), эффективности использования техники, обеспечения своевременного реагирования на внештатные ситуации и минимизации рисков техногенных катастроф используются системы позиционирования транспорта и персонала. Широко применяемые и раньше автоматизированные системы промышленной безопасности в шахтах или карьерах сегодня благодаря цифровизации позволяют отслеживать здоровье и безопасность работников в реальном времени, таким образом сводя риски аварий к минимуму. Удаленный мониторинг и контроль машин и оборудования в реальном времени позволяет сократить «простои», снизить затраты на топливо, предупредить выход из строя и продлить срок эксплуатации производственного оборудования и горного транспорта.

Одним из наиболее значимых экономических эффектов, который может быть получен за счет внедрения цифровых технологий в производственный процесс предприятий горной промышленности, является сквозной оперативный обмен информацией. Огромные масштабы и территориальная удаленность отдельных производственных звеньев делают цифровые решения, обеспечивающие принятие централизованных решений при удаленном взаимодействии, особенно актуальными для предприятий горной промышленности.

Цифровые технологии трансформируют не только производственный процесс с технологической точки зрения, но и бизнес-модели предприятий горной промышленности. Цифровой двойник месторождения и обогатительного предприятия, отображающий все реальные производственные процессы в кибернетическом пространстве с помощью Промышленного интернета вещей, способен обеспечить быстрое принятие решений, основывающихся на актуальных данных, и достоверную оценку рисков. Гибкое и динамичное цифровое производство повышает адаптивность к постоянно изменяющимся внешним и внутренним условиям функционирования и тем самым обеспечивает экономическую устойчивость предприятия горной промышленности.

В последнее время в связи с повышением внимания к экологическим аспектам горной промышленности растут затраты предприятий на рекультивацию территории и прочие экологические мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды. Цифровые технологии также находят применение при решении экологических проблем. Так, например, «... Rio Tinto и Alcoa образовали совместное предприятие с Apple с целью создания первого в мире производства алюминия с нулевым содержанием вредных

⁴⁸ Söderholm, K. Policy and Business Efforts for the Reduced Im-pact of Mining on Nature: When Historical Studies Have Something to Offer Policy Makers / K. Söderholm, R. Viklund // Technology and Culture. – Vol-ume 60, Number 1, January 2019. – Pp. 192-218. – DOI: <https://doi.org/10.1353/tech.2019.0006>.

выбросов. RCS Global в партнерстве с рядом организаций применяет блокчейн для подтверждения применения принципов ответственной добычи кобальта, который используется в литий-ионных аккумуляторах для автомобилей, с возможностью его последующего отслеживания»⁴⁹. На данный момент специализированные экологические проекты, связанные с цифровыми технологиями, только начинают возникать, в то время как роботизация и цифровизация уже приносит положительный эффект в части снижения вредного воздействия на экологию за счет сокращения отходов и повышения эффективности выработки⁵⁰.

4.4 Риски и угрозы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.

Эксперты выделяют три основных сложности, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении IIoT решений:

- недостаточно мощное оборудование;
- модели данных не настроены для обработки больших наборов данных;
- системы IoT, не предназначенные для работы с устаревшими системами.

Компании, занимающиеся разработкой собственных решений IoT, зачастую хотят быстро вывести продукт на рынок и недооценивают важность интеграции функций безопасности в минимально жизнеспособном продукте. Технологии IoT требуют реализации комплексных решений для обеспечения безопасности, которые действуют на всех уровнях – ОС-устройства, сеть, облачная инфраструктура и приложение. Система безопасности должна быть разработана еще на этапе проектирования.

Важно понимать, что одна уязвимость может поставить под удар всю систему (например, злоумышленники получают доступ ко всей корпоративной сети, просто введя пароль по умолчанию для камеры видеонаблюдения, подключенной к IIoT).

Устройство или облачная инфраструктура не в состоянии самостоятельно обеспечить полную безопасность. Комбинированные аппаратные и программные решения (например, киберфизические системы), охватывающие и устройство, и облачную инфраструктуру, и все компоненты между ними, обеспечит гораздо более высокий уровень безопасности IoT.

Корпорация Майкрософт предлагает модель STRIDE, которая классифицирует разные типы угроз и упрощает обмен информацией, связанной с общей безопасностью. Модель угроз STRIDE включает:

⁴⁹ Шахты уходят в облака [Электронный ресурс] // Российская газета – Экономика УРФО № 251(8009). – Режим доступа: <https://rg.ru/2019/11/06/reg-urfo/cifrovizaciia-sdelaet-shahty-i-karery-urala-bolee-pribylnymi.html>.

⁵⁰ Мелешко, Ю.В. Роль цифровизации горной промышленности в переходе к рациональному природопользованию / Ю.В. Мелешко // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2020: Сборник статей Седьмой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (9-11 сентября 2020 г., Сыктывкар): в 2 ч. – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2020. – Ч. I. – 348 с. – С. 263–268.

- подделка учетных данных – злоумышленник использует учетные данные другого пользователя/устройства для доступа к системе;
- незаконное изменение – злоумышленник заменяет программное обеспечение, запущенное на устройстве, вредоносной программой;
- искажение смысла – злоумышленник изменяет сведения о разработчике для вредоносных действий, чтобы внести в файлы журналов неверные данные;
- раскрытие информации – злоумышленник сообщает конфиденциальную информацию неуполномоченным третьим лицам;
- отказ в обслуживании – злоумышленник направляет на устройство большой объем нежелательного трафика, вызывая сбой в работе устройства;
- повышение привилегий – злоумышленник вынуждает устройство совершать большее количество действий, чем разрешено для этого устройства.

Инженеры, занимающиеся созданием безопасных решений IoT, предлагают следующие рекомендации. Во-первых, использовать аппаратные средства безопасности (например, доверенный платформенный модуль 2.0), чтобы обеспечить дополнительный корень доверия. Во-вторых, использовать уникальные ключи удостоверений, связанные с устройством (встроенные в флеш-память аппаратного доверенного модуля), или идентификаторы производителя (например, Intel EPID). В-третьих, экранировать устройства за пределами шлюза или межсетевое экрана. В-четвертых, разрешить использование пользовательских идентификаторов устройств, утвержденных для конкретного набора (например, в ОС, граничном шлюзе, облачной инфраструктуре). В-пятых, задействовать процессы безопасной загрузки для противодействия вредоносному ПО (например, запускать только надежные подписанные образы). В-шестых, реализовать комплексный подход к безопасности на основе стандартов, обеспечивая, таким образом, возможность быстрого развертывания, простой адаптации (на основе стандартов) и обоснование для участников проекта. В-седьмых, аудит и мониторинг событий и возможных нарушений системы безопасности в режиме реального времени с помощью инструментов аналитики безопасности.

Решение ничего не стоит, если аппаратное обеспечение содержит уязвимость, которая ставит под угрозу все решение. Иными словами, важно не только учитывать различные требования безопасности программного обеспечения, но и обеспечить защиту оборудования (например, защиту микросхемы с помощью корня доверия, защиту на уровне платы и инструменты защиты от незаконного изменения).

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите предпосылки внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии.
2. Назовите условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии.
3. Перечислите этапы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии.

4. Назовите основные области применения Промышленного интернета вещей на предприятии.
5. Назовите риски и угрозы внедрения Промышленного Интернета вещей на предприятии.
6. Что представляет собой модель угроз STRIDE?

[Вернуться к теме 4](#)

ТЕМА 5. СЕРВИСЫ, ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ И БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: изучить сервисы, программные продукты и бизнес-модели Промышленного интернета вещей, ознакомиться с принципами функционирования цифровых платформ и показать значение больших данных в современном промышленном производстве.

Структура занятия:

5.1 Цифровое производство, цифровые услуги и цифровые бизнес-модели, основанные на Промышленном интернете вещей.

5.2 Создание пользовательских приложений и сервисов на основе Промышленного интернета вещей.

5.3 Коммерческая ценность Больших данных в современном промышленном производстве.

5.4 Значение цифровых платформ в современном промышленном производстве.

5.1 Цифровое производство, цифровые услуги и цифровые бизнес-модели, основанные на Промышленном интернете вещей.

Взаимообусловленность цифрового производства, услуг и бизнес-моделей хорошо демонстрируют Р. Драт и А. Хорх, для чего выделяют 3 уровня киберфизической производственной системы (рис. 5.1). Первый уровень – оцифрованные физические объекты. Второй уровень – модели физических объектов в сетевой инфраструктуре. Третий уровень – услуги, основанные на доступных данных. При этом авторы приходят к выводу, что революция – «это не обязательно техническая реализация, а новый горизонт бизнес-моделей, услуг и индивидуальных продуктов»⁵¹. Если соотнести это с выделенными уровнями, то цифровизация бизнес-моделей отражается на третьем уровне. Вместе с тем, все три уровня объединены информационным потоком, в связи с чем цифровизация бизнес-моделей обусловлена уровнем цифровизации производства и услуг.

⁵¹ Drath, R. Industrie 4.0 – hit or hype? / R. Drath, A. Horch // IEEE Industrial Electronics Magazine. – 2014. – 8(2). – p. 56–58.

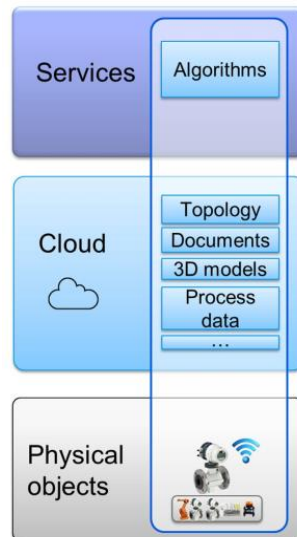


Рис. 5.1. – Три уровня киберфизической системы в Индустрии 4.0.
Источник: [52].

Технологической основой современного наукоемкого и высокотехнологичного промышленного производства выступают цифровые технологии. Расширение использования в промышленности Интернета вещей, облачных технологий, больших данных, виртуальной реальности, искусственного интеллекта и прочих цифровых технологий приводит к формированию «умного» производства, отличительным признаком которого является объединение физической системы производства и ее виртуальной копии в киберфизические производственные системы. Сквозное сопровождение производственных систем и промышленной продукции делает производственный процесс гибким и адаптивным, что позволяет избежать длительных простоев в производстве и высоких затрат при перестройке производства для выпуска новой продукции.

Цифровизация производства требует развития соответствующей инфраструктуры – цифровых услуг. Интернет вещей дополняется Интернетом услуг, предоставляющих сервисы и приложения для обмена информацией, сбора, хранения и анализа данных и пр. В свою очередь развитие цифровых услуг активно влияет на цифровое производство, не только трансформируя непосредственный процесс промышленного производства, но иногда и радикально меняя бизнес-модели. «Переход к высокотехнологическому развитию экономики, – отмечает Н. Василенко, – сопровождается различными трансформациями хозяйственно-экономической жизни, при которых процессы расширения сферы услуг, распространения новых технологий, автоматизации производственных процессов сопряжены между собой и усиливают друг друга»⁵³. Цифровые услуги активно влияют на цифровое

⁵² Drath, R. Industrie 4.0 – hit or hype? / R. Drath, A. Horch // IEEE Industrial Electronics Magazine. – 2014. – 8(2). – p. 56–58.

⁵³ Василенко, Н. Этапы автоматизации услуг в контексте развития экономики / Н. Василенко // Экономист. – 2018. – № 10. – С. 12–19.

производство, предоставляя ему новые возможности и инструменты, а цифровое производство в свою очередь предъявляет новые требования к цифровым услугам, вынуждая последние быстро эволюционировать.

Индивидуализация сервиса, как отмечает Н. Василенко, «достигается за счет вытеснения обслуживающего персонала цифровыми посредниками, предоставляющими широкий выбор опций без временных и пространственных ограничений»⁵⁴. Расширение использования информационных технологий в сфере услуг, как справедливо указывает вышеупомянутый автор, «увеличило уровень осведомленности потребителя о возможностях выбора параметров услуги, поставщика, времени и продолжительности обслуживания и т.д.»⁵⁵. Цифровизация услуг, сопровождающих промышленную продукцию, направлена на придание продукции дополнительных сервисных характеристик и тем самым привлечения потребителя. При этом кардинально изменяется коммуникация с клиентами, что выражается не только в изменении способов коммуникации (преимущественно через Интернет), но и в изменении принципов построения коммуникации: выстраивании постоянной коммуникации на протяжении всего жизненного цикла, начинающейся с разработки продукта и заканчивая его утилизацией.

Цифровое производство и цифровые услуги институционализируются в цифровых бизнес-моделях, постоянно предъявляет к последним все новые требования, а эти модели, предоставляя первым новые возможности и инструменты, в свою очередь ускоряют и трансформируют информационные производство и услуги⁵⁶.

Под влиянием цифровых технологий трансформация бизнес-моделей происходит в нескольких направлениях:

во-первых, меняется техническая основа взаимодействия участников цепочки создания стоимости (благодаря Интернету снижаются затраты на установление, активизацию, изменение и корректировку производственных связей, формируются новые модели ценообразования и использования товаров, развивается электронная торговля);

во-вторых, благодаря оцифровке промышленного производства и промышленной продукции появляются новые сферы рынка, связанные с анализом получаемых данных;

в-третьих, цифровые технологии позволяют воплотить концепцию сервис-ориентированного производства (массовая кастомизация и предоставление индивидуальных продуктов индивидуальным потребителям за счет компьютерного моделирования);

⁵⁴ Василенко, Н. Этапы автоматизации услуг в контексте развития экономики / Н. Василенко // Экономист. – 2018. – №10. – С.12–19.

⁵⁵ Василенко, Н. Этапы автоматизации услуг в контексте развития экономики / Н. Василенко // Экономист. – 2018. – №10. – С.12–9.

⁵⁶ Курегян, С.В. Механизмы взаимодействия цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей / С.В. Курегян, Ю.В. Мелешко // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2021. – № 2 (56). – С. 90–94.

в-четвертых, цифровизация бизнес-моделей порождает более глубокие трансформации, затрагивающие процесс создания потребительной стоимости (генеративная стоимость, создаваемая несколькими предприятиями в рамках сети, имеющая явно выраженную сервисную доминанту, межфирменный и межотраслевой характер)⁵⁷.

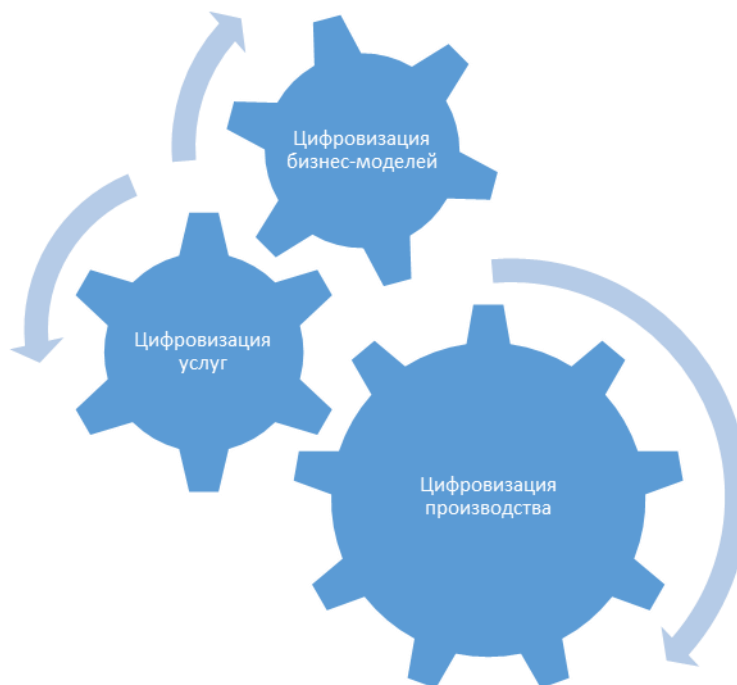


Рис. 5.2 – Модель триады цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей.

М. У. Джонсон указывает на то, что источником конкурентоспособности промышленным предприятиям выступают не ее технологические решения, а бизнес-модели, построенные на основе цифровых технологий. По словам этого автора, «цифровая платформа или цифровое решение могут открыть новую эпоху трансформационного роста, но, когда вы заглянете под "капот" компании и посмотрите, что на самом деле движет ею, двигателем трансформации оказывается ее бизнес-модель»⁵⁸. Благодаря цифровым технологиям предприятия создают новые, в терминологии М. У. Джонсона, «сильные ценностные предложения потребителю», «что сделало каждую из указанных компаний настолько ценными»⁵⁹.

Значение каждой отдельной технологии может быть оценено только в контексте ее использования на практике. В противном случае возникают «технологические пузыри», как например произошло с нанотехнологиями.

⁵⁷ Мелешко, Ю.В. Цифровизация бизнес-моделей предприятий белорусского промышленного комплекса: направления, риски и инструменты / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ, 2021. – Вып. 13. – С. 61–70.

⁵⁸ Джонсон, М.У. Цифровой рост зависит больше от бизнес-моделей, чем от технологий / М.У. Джонсон // Экономика. Финансф. Управление. – 2019, январь. – С. 75–76.

⁵⁹ Джонсон, М.У. Цифровой рост зависит больше от бизнес-моделей, чем от технологий / М.У. Джонсон // Экономика. Финансф. Управление. – 2019, январь. – С. 75–76.

Аналогичная ситуация складывается и с технологией блокчейн, интерес к которой после 2017 г. резко снизился: «внезапно все осознали, что этот лишь технология, которая может быть полезна благодаря определенным свойствам, но вовсе не универсальный рецепт всеобщего счастья»⁶⁰. Благодаря своим криптографическим свойствам сегодня блокчейн нашел применение в инвестиционной, банковской, энергетической сферах. Во всех случаях «... платформа одна и та же. Есть определенное ядро, которое берет на себя учет, транзакции, электронные подписи, безопасность и так далее»⁶¹, – отмечают представители блокчейн-индустрии. При этом, как утверждают специалисты, «сам по себе "голый" блокчейн, по нашему убеждению, конечному рынку не нужен. Рынку нужна система, решающая бизнес-задачи»⁶². Таким образом, одни и те же цифровые технологии могут использоваться в разных областях и эффект от их использования появляется только в случае, когда эти технологии становятся частью бизнес-моделей предприятий. В целом же следует согласиться с Э. Д. Мейнардом: «И мы только начинаем видеть коммерческое использование потенциально преобразующей конвергенции между облачным искусственным интеллектом и аппаратным и программным обеспечением с открытым исходным кодом для создания новых платформ для инновационных человеко-машинных интерфейсов. Эти и другие области развития лишь поверхностно отражают ожидаемую конвергенцию, чтобы значительно расширить влияние отдельных технологий, на которые она опирается»⁶³.

В настоящее время «все предприятия цифровой экономики можно разделить на три сферы деятельности. Это предприятия традиционного уклада, использующие цифровые технологии для модернизации инфраструктуры и бизнес-процессов (заводы, фабрики и прочие производства); предприятия, реализующие свою продукцию через виртуальные каналы (для продажи любых товаров), и виртуальные предприятия, которые привязаны к виртуальным активам <...> если предприятия двух последних сфер деятельности являются полностью "цифровыми", то традиционным предприятиям для сохранения конкурентоспособности или просто выживания необходимо внедрять современные информационные технологии, последствия которых вызовут трансформацию как инфраструктуры, так и технологий производства и реализации продукции»⁶⁴. Такое разнообразие институциональных форм

⁶⁰ Маврина, Л. Все надежды на легкий успех провалились / Л. Маврина, Е. Обухова // Эксперт. – 2019. – №30–33. – С. 42–44.

⁶¹ Маврина, Л. Все надежды на легкий успех провалились / Л. Маврина, Е. Обухова // Эксперт. – 2019. – №30–33. – С. 42–44.

⁶² Маврина, Л. Все надежды на легкий успех провалились / Л. Маврина, Е. Обухова // Эксперт. – 2019. – №30–33. – С. 42–44.

⁶³ Maynard, A.D. Navigating the Fourth Industrial Revolution / A.D. Maynard // Nature Nanotechnology. – 2015. – №10 (12). – pp. 1005–1006.

⁶⁴ Сильвестров, С.Н. О цифровой трансформации предприятия в контексте системной экономической теории / С.Н. Сильвестров, В.П. Бауэр, В.В. Еремин, Н.В. Лапенкова // Экономическая наука современной России. – 2020. – № 2 (89). – С. 22–44.

хозяйствующих субъектов, наряду с отсутствием системной теории цифровой трансформации, порождает многообразие цифровых бизнес-моделей⁶⁵.

5.2 Создание пользовательских приложений и сервисов на основе Промышленного интернета вещей.

Для полноценного функционирования Интернета вещей требуется также и сопутствующие интернет-услуги, например, 5G, облачные сервисы, большие данные, искусственный интеллект, компьютерное моделирование и прочие. Услуги, оказываемые посредством интернета, становятся неотъемлемой частью цифрового промышленного производства, обеспечивая сервисами и приложениями для обмена информацией, сбора, хранения и анализа данных и пр. В этой связи широкое распространение получил термин «Интернет вещей и услуг», что подчеркивает тесную взаимосвязь между интернетом вещей и цифровыми услугами.

Управление сервисами в «Интернете вещей» связано с их реализацией и качеством, которые отвечают потребностям пользователей и приложений. Термин «Интернет-сервисы» возник из-за слияния двух других концепций: Web 2.0 и SOA (англ. service-oriented architecture, сервис-ориентированная архитектура). Сервис-ориентированная архитектура – модульный подход к разработке программного обеспечения, основанный на использовании распределенных, слабо связанных заменяемых компонентов, оснащенных стандартизированными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам.

ПоТ имеет сервис-ориентированную и связанную архитектуру, в которой виртуальные и физические объекты могут взаимодействовать между собой. Сервис-ориентированный ПоТ позволяет каждому из компонентов предлагать свои функциональные характеристики в качестве стандартных сервисов, что значительно повышает эффективность как всех устройств, так и сетей, участвующих в Промышленном интернете вещей.

Сервис-ориентированная архитектура Промышленного интернета вещей позволяет приложениям использовать разнородные объекты, такие как совместимые сервисы. Сервис представляет собой сбор данных, а также режимы, которые необходимы, чтобы выполнить определенную функцию, обслужить устройство или его части. Сервис может предоставляться различными способами: так, он может ссылаться на другие первичные или вторичные сервисы и/или на набор характеристик сервиса. Сервисы можно разделить на два типа: первичные и вторичные. Первые выполняют первичные функции в узле IoT, и их можно рассматривать как основные компоненты сервиса, которые могут быть включены в другой сервис. Вторые могут

⁶⁵ Мелешко, Ю.В. Предпосылки и направления трансформации бизнес-моделей промышленных предприятий в условиях цифровой среды / Ю.В. Мелешко // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: сборник трудов XIV международной научно-практической конференции, УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, 24 апреля 2020 г. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2020. – 217 с. – С. 123–124.

предоставлять вспомогательные функции для основного сервиса или другие дополнительные услуги.

Важным элементом экосистемы Интернета вещей являются облачные технологии, которые обеспечивают сетевой доступ по требованию к некоторому общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам – как вместе, так и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или обращениями к провайдеру. Облачные платформы позволяют быстро и легко пользоваться сервисами и приложениями, помогают повысить скорость принятия решений и увеличить производительность в целом. Благодаря использованию облачных услуг предприятиям предоставляется возможность значительно уменьшить расходы на инфраструктуру информационных технологий (в краткосрочном и среднесрочном планах) и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей. Также экономия достигается за счет «стандартизации оборудования, виртуализации, внедрению новых принципов совместного потребления программных приложений»⁶⁶.

В рамках облачных технологий развиваются различные модели обслуживания:

- программное обеспечение как услуга (Software-as-a-Service, SaaS) – потребитель использует прикладное программное обеспечение, работающее в облачной инфраструктуре и доступное из различных клиентских устройств или посредством тонкого клиента, например, из браузера (например, веб-почта) или посредством интерфейса программы;

- платформа как услуга (Platform-as-a-Service, PaaS) – потребитель использует облачную инфраструктуру для размещения базового программного обеспечения для последующего размещения на нем новых или существующих приложений (собственных, разработанных на заказ или приобретенных тиражируемых приложений);

- инфраструктура как услуга (Infrastructure-as-a-Service, IaaS) – использование облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сетями и другими фундаментальными вычислительными ресурсами, например, потребитель может устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать в себя операционные системы, платформенное и прикладное программное обеспечение.

В зависимости от пользователей облачных технологий выделяют публичные, частные и гибридные облака. Частное облако предназначено для использования одной организацией, включая ее структурные подразделения, клиентов и подрядчиков. Использование публичного облака широко доступно.

⁶⁶ Информационно-коммуникационные технологии. Индустриальный интернет вещей: революционные изменения в промышленности [Электронный ресурс] // Трендлеттер. – 2016. – №10. – С.1–4. – Режим доступа: <http://issek.hse.ru/trendletter>.

С помощью гибридных облаков «компании, которые исчерпали потенциал своего корпоративного хранилища данных, получают возможность, сохранив у себя наиболее важную часть ИТ-инфраструктуры, передать остальные ИТ-ресурсы на обслуживание облачным провайдерам»⁶⁷.

5.3 Коммерческая ценность Больших данных в современном промышленном производстве.

Повышение доли наукоемких технологий в промышленном производстве неиндустриальной экономики приводит к изменению соотношения факторов производства и структуры добавленной стоимости. Ведущее место занимает информационный фактор, что приводит к возрастанию доли стоимости, созданной интеллектом. Потоки информации глубоко имплементированы в повседневную деятельность промышленного предприятия: на основе анализа и оценки данных принимаются организационные и управленческие решения, моделируется клиентское поведение, прогнозируется спрос, адаптируются продукты и услуги. По мере углубления цифровизации производства значение информационного капитала будет возрастать.

Интерпретация больших данных сегодня представляется более сложной задачей нежели получение этих данных (то есть оцифровка физических объектов).

Расширение использования информационного капитала привело к виртуализации производства. В широком смысле виртуализация представляет собой «замещение реальности ее симуляцией / образом» и «в любого рода виртуальной реальности человек имеет дело не с вещью (располагаемым), а с симуляцией (изображенным)»⁶⁸. Виртуализация промышленного производства предполагает отображение и имитацию всех реальных производственных процессов в кибернетическом пространстве с помощью компьютерной симуляции и моделирования.

Информация и раньше использовалась как фактор производства, однако в Индустрии 4.0 благодаря цифровым технологиям возросла интенсивность ее потребления. Специфической характеристикой Индустрии 4.0 является способность чрезвычайно быстро получать информацию о непрерывно меняющейся внешней среде и использовать ее в производстве. Непрерывное изменение биологических, машинных и социальных объектов и самой системы промышленного производства предопределяет неиссякаемость информации и обуславливает развитие Индустрии 4.0.

Развитие информационных и машинных технологий как факторов производства взаимообусловлены. Сбор, передача, обработка и использование информации ограничивается физической инфраструктурой, а

⁶⁷ Информационно-коммуникационные технологии. Индустриальный интернет вещей: революционные изменения в промышленности [Электронный ресурс] // Трендлеттер. – 2016. – №10. – С.1–4. – Режим доступа: <http://issek.hse.ru/trendletter>.

⁶⁸ Иванов, А.Н. Глобализация Homo Oeconomicus: феномен «добавленной стоимости» («виртуализация производства») / А.Н. Иванов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 7. – С. 105–109.

информационные модели создания стоимости требуют соответствующего цифрового оборудования. С другой стороны, по мере углубления цифровизации функционирование машин (технических устройств, использующих энергию для выполнения возложенных на них функций) все больше определяется информационными технологиями.

5.4 Значение цифровых платформ в современном промышленном производстве.

Предпочтительной организационной формой промышленного производства в неоиндустриальной экономике становится динамичная открытая бизнес-система, объединяющая автономных экономических субъектов разного уровня на принципах кооперации и специализации с целью совместной деятельности по разработке, производству, реализации, послепродажному обслуживанию и утилизации определенной промышленной продукции⁶⁹.

Относительно преимуществ сетевой формы организации производства специалисты отмечают следующее: «Традиционные корпорации с централизованным контролем все больше замещаются сетями, что позволяет резко снизить производственные и транзакционные издержки за счет, с одной стороны, распределения рисков и выигрыша между всеми партнерами, с другой – объединения компетенций и ресурсов. Кооперационный сетевой механизм координации устраняет функциональные недостатки иерархического и рыночного экономического порядков, синтезируя их преимущества»⁷⁰. Благодаря сетевым внешним эффектам каждый из участников получает преимущество: согласно закону Б. Меткалфе «ценность любой сети для пользователя эквивалентна квадрату количества узлов соединения»⁷¹. Иными словами, по мере увеличения количества участников ценность сети для каждого из них также будет возрастать.

В сочетании с киберфизическими производственными системами сетевая форма организации способна обеспечить высокий уровень гибкости производства. Бизнес- и производственные процессы находятся в постоянной разработке и могут оперативно реагировать (незадолго до или во время производства и, возможно, даже в ходе текущей работы) на вызовы, например, сбои поставок или требования клиентов. За счет привлечения предприятий-партнеров появляются дополнительные возможности оптимизировать использование производственных мощностей: производственные линии могут объединяться между компаниями ситуативно, то есть в случае возникновения необходимости и на непродолжительный срок.

⁶⁹ Мелешко, Ю.В. Индустрия 4.0 и сетевые формы взаимодействия: взаимообусловленность и перспективы развития / Ю.В. Мелешко // Новая экономика. – 2019. – Спецвыпуск №2. – С. 160–165.

⁷⁰ Горизонтальная культура социальных взаимодействий – потенциал развития экономики и общества в XXI веке / С. Ю. Солодовников [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2018. – 325 с.

⁷¹ Стрелец, И.А. Новая экономика и информационные технологии / И.А. Стрелец. – М.: Экзамен, 2003. – 254 с. – С. 27.

Инфраструктура сетевого производства обеспечивается за счет единой информационной системы, под которой понимается «совокупность методов и средств поиска, сбора, хранения, обработки, анализа и передачи внутренней и внешней информации, требующейся для функционирования предприятия и принятия совместных управленческих решений»⁷². На основе компьютерных и информационных технологий создаются единые цифровые платформы, пронизывающие всю сетевую цепочку создания добавленной стоимости промышленной продукции. В рамках такой платформы объединяются хозяйствующие субъекты, производимая продукция («умная продукция») и производственные системы («умная фабрика») на протяжении всего жизненного цикла продукции. Единая цифровая платформа выполняет роль площадки для взаимодействия автономных предприятий.

В процессе естественного экономического отбора цифровых бизнес-моделей появилась принципиально новая институциональная рыночная форма – экономика платформ. О.Н. Антипина отмечает по этому поводу: «Благодаря технологическому прогрессу специфическим форматом многосторонних рынков в цифровой экономике стали многосторонние платформы. Инновации в информационно-коммуникационной сфере дали толчок глобальному развитию платформ как среды для контактов двух и более заинтересованных сторон с целью заключения сделок. Так возникла экономика платформ (platform economy)»⁷³.

Принципиально новый характер этой бизнес-модели, новые возможности позволяет говорить о «революции платформ». Эта революция «как и любая революция, не только открывает новые возможности для прогресса, но и чревата серьезными рисками. Они связаны, во-первых, с угрозой разрушения традиционных бизнес-моделей в тех отраслях, где платформы работают эффективнее (гостиничный бизнес, таксомоторные перевозки, туристические услуги и т.д.); во-вторых, с расширением самозанятости, осложняющей процесс налогообложения и регулирования рынка труда; в-третьих, с возможной активизацией нелегального использования тех огромных массивов личной, деловой и технической информации, которые агрегируют платформы. Только ответственное отношение к перечисленным и иным рискам со стороны экономических агентов и регулирующих структур позволит их минимизировать и в полной мере использовать возможности "революции платформ" для экономического роста и развития»⁷⁴.

В Индустрии 4.0 для решения проблемы взаимодействия различных участников производственной цепочки рабочей группой создаются сервисные

⁷² Катаев, А.В. Информационные системы и модели оптимизации распределения заказов в партнерской сети виртуального предприятия [Электронный ресурс] // Прикладная информатика. – 2007 // CyberLeninka. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-sistemy-i-modeli-optimizatsii-raspredeleeniya-zakazov-v-partnerskoy-seti-virtualnogo-predpriyatiya>.

⁷³ Антипина, О.Н. Платформы как многосторонние рынки эпохи цифровизации / О.Н. Антипина // Мировая экономика и международные отношения. – 2020. – Том 64, № 3. – С. 12–19.

⁷⁴ Антипина, О.Н. Платформы как многосторонние рынки эпохи цифровизации / О.Н. Антипина // Мировая экономика и международные отношения. – 2020. – Том 64, № 3. – С. 12–19.

Интернет-платформы для инженерных систем, с помощью которой разрабатываются стандартизированные, динамичные и самоуправляющиеся приложения, которые совместно с менеджментом обеспечат все функции, необходимые для организации умной производственной системы⁷⁵.

В 2013 г. о создании платформы под названием «Индустрия 4.0» было объявлено на Ганноверской выставке. Инициаторами создания Платформы «Индустрия 4.0» выступили Центральное объединение электронной промышленности, Ассоциация немецкой машиностроительной и заводской инженерии и Цифровая ассоциация Германии, представляющие более 6 000 компаний⁷⁶.

Платформа играет роль интегратора для представителей политики, бизнеса, науки, профсоюзов, ассоциаций и «мультипликатора в социально-политической дискуссии о влиянии Индустрии 4.0»⁷⁷, организуя самостоятельно и принимая участие в диалоговых мероприятиях национального и международного уровня, посвященных Индустрии 4.0. Одной из основных функций Платформы Индустрия 4.0 является информационная: «Она (Платформа Индустрия 4.0 – примечание Ю.М.) также направлена на разработку согласованного общего понимания Индустрии 4.0 посредством диалога с заинтересованными сторонами, выработке рекомендации и демонстрации, как промышленное производство может быть оцифровано»⁷⁸. В рамках Платформы Индустрия 4.0 созданы рабочие группы, к которым от рабочей группы Индустрия 4.0, закончившей свою деятельность в 2013 г., перешли функции разработки основных концепций решения проблем на пути Германии к Индустрии 4.0. Функционируют 6 рабочих групп по следующим тематическим направлениям: эталонные архитектуры, стандартизация и нормирование; технологии и сценарии применения; безопасность сетевых систем; правовые основы; занятость, образование и дальнейшее обучение; цифровые бизнес-модели в промышленности 4.0.

Также перед платформой ставится задача выработки практических рекомендаций для всех заинтересованных: «Благодаря онлайн-библиотеке, карте и компасу платформа создала службы ориентации и поддержки, которые помогают компаниям, особенно малым и средним предприятиям, осуществить цифровую трансформацию их производства»⁷⁹. Для апробирования новых технологий на практике создана сеть испытательных центров, в которую входит более 70 вузов и исследовательских учреждений. На Интернет-сайте

⁷⁵ Мелешко, Ю.В. Сервисная Интернет-платформа как инструмент развития Индустрии 4.0 в Германии / Ю.В. Мелешко // Тенденции экономического развития в XXI веке : мат. Межд. науч. конф. (28 февраля 2019 г., г. Минск) / Белорусский государственный университет. – Минск : Право и экономика, 2019. – С. 120–124.

⁷⁶ Die Geschichte der Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html/>.

⁷⁷ Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html/>.

⁷⁸ Digital transformation monitor. Germany: Industrie 4.0 // Europäische Kommission. – P. 3. – Access mode: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf.

⁷⁹ In der Praxis [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/in-der-praxis.html>.

Платформы представлена информация о более чем 350 примерах внедрения технологий Индустрии 4.0 в практическую деятельность предприятий на территории Германии (для сравнения: более 150 примеров – на территории Франции, и более 150 примеров – на территории Японии)⁸⁰.

Оценка деятельности Платформы 4.0 была представлена в 2017 г. на Ганноверской выставке. В качестве основных достижений Платформы 4.0 было названо, во-первых, содействие малому и среднему бизнесу. Во-вторых, рабочими группами выработаны рекомендации для политики и бизнеса по тематическим направлениям. В частности, рабочая группа «Эталонные архитектуры, стандартизация и нормирование» разработала «модель, которая составляет основу для взаимодействия компонентов Индустрии 4.0». Группой «Исследования и инновации» были «определены и выстроены по приоритетам тематические области, которые в будущем должны исследоваться более интенсивно в исследовательских подразделениях предприятий и, при необходимости, через целевое финансирование». Рабочая группа «Безопасность сетевых систем» «со своим "Руководством по безопасности ИТ" помогает осуществлять безопасное цифровое производство, в особенности малым и средним предприятиям». Группа «Правовые рамочные условия» «адресуют законодателю необходимые правовые действия». В рабочей группе «Занятость, образование и дальнейшее обучение» рассматривается «вопрос о том, какие новые требования к компетенциям порождают диджитализация и Индустрия 4.0 и какую форму в Индустрии 4.0 примут квалификация и образование»⁸¹.

В-третьих, результатами деятельности платформы в сфере стандартизации стала разработка модели эталонной архитектуры «RAMI 4.0», представляющей «систему координат, в которой сложные отношения промышленности 4.0 делятся на три измерения: ИТ, жизненный цикл и иерархия автоматизации»⁸². Обсуждение данной модели проходит на международном уровне, а именно в Международная организация по стандартизации (ИСО) и в Международной электротехнической комиссии. И наконец, в-четвертых, Платформа 4.0 «проводит интенсивные диалоги с национальными и международными альянсами в целях содействия обмену и стандартизации и позиционирования Германии как ведущего рынка для индустрии 4.0»⁸³.

⁸⁰ Мелешко, Ю. В. Индустрия 4.0 – новая промышленная политика Германии: теоретическая основа и практические результаты / Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей/ БНТУ; редкол.: С. Ю. Солодовников (пред. редкол.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – №8. – С. 80–93.

⁸¹ Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.

⁸² Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.

⁸³ Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте триаду цифрового производства, цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей. Опишите механизм взаимосвязи всех элементов между собой.
2. Опишите взаимосвязь Промышленного интернета вещей и цифровых бизнес-моделей.
3. Назовите направления трансформация бизнес-моделей под влиянием цифровых технологий.
4. Что такое массовая кастомизация?
5. Что такое генеративная стоимость?
6. Как используются облачные технологии в Промышленном интернете вещей?
7. Назовите преимущества и недостатки использования облачных технологии в Промышленном интернете вещей.
8. Какая организационная форма характерна для Индустрии 4.0? Почему именно эта?
9. Что такое экономика платформ?
10. Каково функциональное назначение цифровых платформ в Индустрии 4.0?

[Вернуться к теме 5](#)

ТЕМА 6. МИРОВОЙ РЫНОК ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: ознакомиться со структурой, основными игроками, состоянием и динамикой развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.

Структура занятия:

6.1 Состояние и структура мирового рынка Промышленного интернета вещей.

6.2 Ведущие игроки на рынке Промышленного интернета вещей.

6.3 Основные тенденции развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.

6.1 Состояние и структура мирового рынка Промышленного интернета вещей.

Развитие IoT в мире стало возможным благодаря четырем технологическим трендам: снижению стоимости вычислительных мощностей; снижению стоимости передачи данных; быстрому увеличению количества «подключенных» устройств; развитию облачных технологий и Big Data. Развитие IoT – это не только увеличение проникновения «подключенных» устройств, но и создание технологической экосистемы – набора технологических решений для сбора, передачи, агрегации данных и платформы, позволяющей обработать данные и использовать их для реализации «умных» решений.

Для рынка Интернета вещей характерна высокая динамика развития. Влияние Интернета вещей на экономику растет по мере того, как потребители, бизнес, городские власти, медицина и т.д. находят новые способы применения этих технологий. Пока пользовательские применения обеспечивают рост числа подключенных устройств, большую часть доходов генерирует корпоративный сектор. Как отмечают эксперты, дальнейшее развитие Интернета вещей предопределено именно индустриальным сектором, который в будущем будет обеспечивать основной объем спроса на данный технологии.

Участники рынка дают высокие оценки росту числа соединенных устройств в мире, причем эти оценки серьезно отличаются в зависимости от выбранной методологии. Оценки разных источников отличаются на порядок. По мнению аналитиков Gartner, число соединенных устройств достигнет 21 млрд шт. в 2020 г., в то время как Intel дает цифру в 200 млрд. шт.

Несмотря на существенное отличие оценок, можно констатировать высокие темпы роста рынка Интернета вещей, что вызывает серьезный интерес к этому сегменту со стороны промышленных компаний, крупных поставщиков устройств, разработчиков платформ и приложений, исследовательских агентств и национальных государственных органов.



Рис. 6.1 – Сравнение оценок перспектив Интернета вещей по числу соединенных устройств в мире, млрд. шт. Источник: SigFox, 2016⁸⁴.

Мировой рынок Интернета вещей начал складываться в 2010-х гг. В 2013 г. по оценке International Data Corporation (IDC) он достиг 42,2 млрд. долл. США. При этом инвестиции в IoT в мире составили около 1,2 млрд. долл. США, а за первый квартал 2014 – более 868,26 млн. долл. США. Основными инвесторами за этот период стали: Intel Capital, True Ventures, Foundry Group, Doll Capital Management, First Round Capital, The Social+Capital Partners.

В 2015 г. глобальный рынок Интернета вещей достиг 598,2 млрд. долл. США. В 2016 г. IDC оценила мировые расходы на Интернет вещей по итогам 2016 года в 737 млрд. долл. США. В эту сумму входит приобретение оборудования, ПО, расходы на услуги, связь и т. д. На долю оборудования пришлось 30%, на услуги – 27,5%, на программное обеспечение – 25%, на связь – 16,9%. В этом же году крупнейшие объемы мировых инвестиций были вложены в Интернет вещей в сфере производства (178 млрд. долл. США), грузоперевозок (78 млрд. долл. США) и энергосистем (69 млрд. долл. США). Операторы мобильной связи по итогам 2016 г. выручили от IoT-сервисов 11 млрд. евро, следует из отчета Berg Insight. Мировой парк установленных конечных точек Интернета вещей в конце 2016 г. составлял 14,9 млрд.

На конец первого полугодия 2017 г. число IoT-соединений в мире составило 407 млн. На десять мобильных операторов приходилось в этом году 76% глобального рынка Интернета вещей в сетях сотовой связи. Самым

⁸⁴ Интернет вещей, IoT, M2M, мировой [Электронный ресурс] // TAdviser. – Режим доступа: рынок [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_\(%D0%B%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)#IDC:_.D0.9E.D0.B1.D1.8A.D0.B5.D0.BC._IoT-.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B2_.2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_.2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_(%D0%B%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA)#IDC:_.D0.9E.D0.B1.D1.8A.D0.B5.D0.BC._IoT-.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B2_.2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_.2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4)

крупным провайдером оказался China Mobile с 150 млн IoT-соединений за этот период. Vodafone занял второе место с 59 млн. подключений, опередив China Unicom с 50 млн. IoT-соединений. AT&T и China Telecom заняли четвертое и пятое места (36 млн и 28 млн. IoT-соединений соответственно). Такие операторы, как Deutsche Telekom, Softbank / Sprint, Verizon и Telefónica находились в диапазоне 15–20 млн. подписчиков сотовой связи IoT, число которых ежегодно растет на 15–30%. Китайские операторы лидируют по числу соединений, однако западные компании опережают их по доходам.

В аналитической компании International Data Corporation (IDC) оценили объем мирового рынка Интернета вещей в 646 млрд. долл. США по итогам 2018 г. Такие данные приводятся в сводке Worldwide Semiannual Internet of Things Spending Guide, которую эксперты обновили в начале января 2019 г. По более ранним данным той же IDC, общий мировой объем капиталовложений в направления, связанные с Интернетом вещей, в 2016 г. составил 737 млрд. долл. США, в 2017 – более 800 млрд. долл. США.

К концу 2018 г. количество подключенных к Интернету вещей устройств во всём мире достигло 22 млрд. штук – подсчитали в исследовательской компании Strategy Analytics. По оценкам экспертов, больше половины работающего IoT-оборудования по итогам 2018 г. пришлось на корпоративные решения. Доля мобильных и компьютерных устройств составила чуть более 25%. Наибольшие затраты на Интернет вещей пришлось на производственные операции, управление производственными активами, системы «умного» дома и мониторинг перевозок.

По данным аналитической компании Berg Insight в 2018 г. количество устройств из Интернета вещей, подключенных к сотовым сетям по всему миру, достигло 1,2 млрд. штук, увеличившись на 70% относительно 2017 г. В деньгах объем этого рынка повысился на 19% до 6,7 млрд. евро. На 10 крупнейших производителей пришлось около 80% выручки.

Рост рынка сотового IoT-оборудования – это в первую очередь заслуга китайского рынка, на который пришлось около 63% работающих устройств, отмечается в докладе. На 100 жителей приходится 54,7 IoT-подключения, и по этому показателю Китай опережает Европу и Северную Америку. Ключевыми вендорами IoT выступали IBM, Microsoft, Intel, Bosch и Nokia.

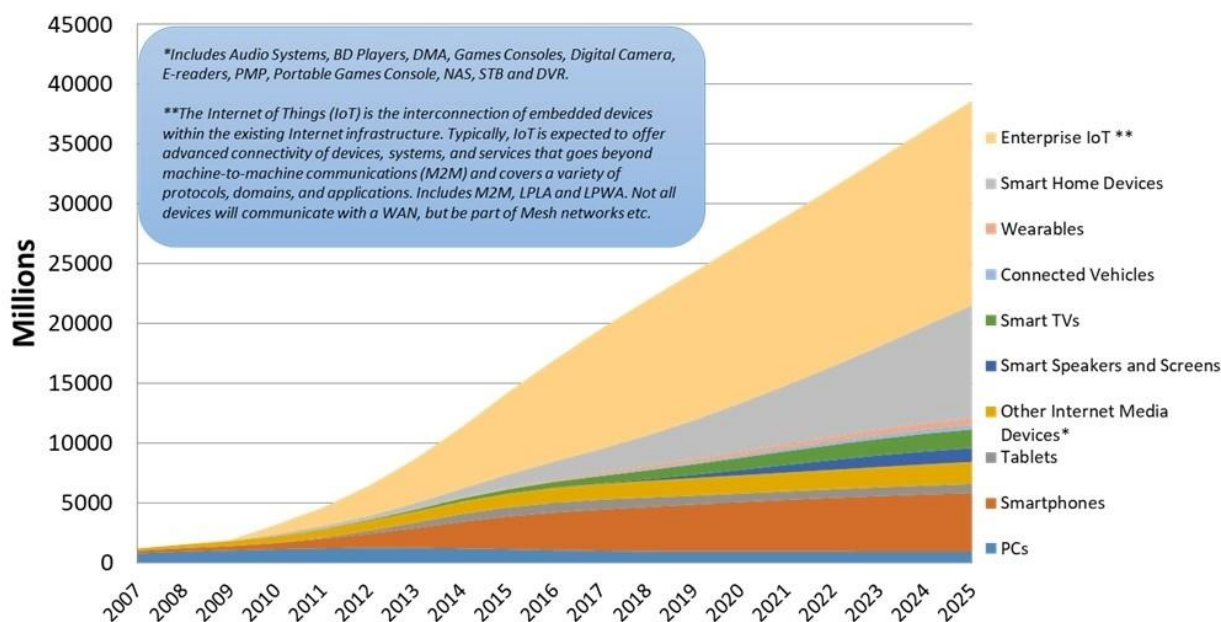


Рис. 6.2 – Динамика количества IoT-устройств в мире в разрезе областей их применения, 2019 г. Источник: Strategy Analytics⁸⁵.

В 2019 г. глобальные продажи оборудования для Интернета вещей достигли 465 млрд. долл. США, а количество подобных устройств, находящихся в эксплуатации, выросло до 7,6 млрд. штук. Такие данные в мае 2019 года привели в исследовательской компании Transforma Insights. По словам экспертов, наиболее популярными технологиями связи на рынке IoT-оборудования являются Wi-Fi, Bluetooth и Zigbee, на которые в 2019 г. пришлось 74% поставок продуктов. Количество соединений в публичных сетях (преимущественно в сотовых) в 2019-м составило 1,2 млрд., их доля оказалась равной 16%. С точки зрения выручки крупнейшим сегментом рынка IoT-оборудования является потребительский. В 2019 г. на него пришлось 62% всех подключений устройств.

По данным отчета IoT Signals (2021) от Microsoft, 90% опрошенных организаций внедряют IoT Интернет вещей для различных целей, что ведет к повышению эффективности и производительности, и 66% компаний планируют еще больше внедрять IoT в ближайшие годы. Те, кто использует IoT для облачной безопасности, управления цепочками поставок и устойчивости, более твердо верят, что IoT имеет решающее значение для успеха их организации. Большинство организаций реализуют стратегии для искусственного интеллекта, периферийных вычислений и цифровых двойников, и около 8 из 10 работают над интеграцией этих технологий в свои решения IoT⁸⁶.

Аналитики говорят, что на рынке IoT наблюдался массовый рост числа доступных технологий, платформ и решений. Интерес к Интернету вещей

⁸⁵ Strategy Analytics: Internet of Things Now Numbers 22 Billion Devices But Where Is The Revenue? [Electronic resource] // Business Wire : <https://www.businesswire.com/news/home/20190516005700/en/Strategy-Analytics-Internet-of-Things-Now-Numbers-22-Billion-Devices-But-Where-Is-The-Revenue>.

⁸⁶ IoT Signals. Edition 3. October 2021 [Electronic resource] // Microsoft. – Access mode: https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT%20Signals_Edition%203_English.pdf.

развивался и в промышленности: компании активно исследовали возможности IoT-технологий и применяли к своим бизнес-процессам. Однако, чтобы эффективно применять IoT и извлекать из него бизнес-выгоду, необходимо, чтобы данные с датчиков анализировались в контексте других данных компании – справочной информации, финансовых данных и прочее. Проблема в том, что пока мало кто сумел организовать у себя такую схему. Какие-то организации пока не собирают все данные, необходимые для анализа информации с IoT. Другие – собирают их, но хранят разрозненно, фрагментировано, в отдельных базах данных или файлах. При этом, чтобы IoT приносил пользу, в организации нужно внедрить целый ряд базовых решений, отмечают исследователи.

6.2 Ведущие игроки на рынке Промышленного интернета вещей.

Согласно данным Бюро интеллектуальной собственности Великобритании (Intellectual property office UK), в тройку наиболее активных стран по патентованию изобретений в сфере IoT входят Китай (38%), США (31%) и Южная Корея (11%).

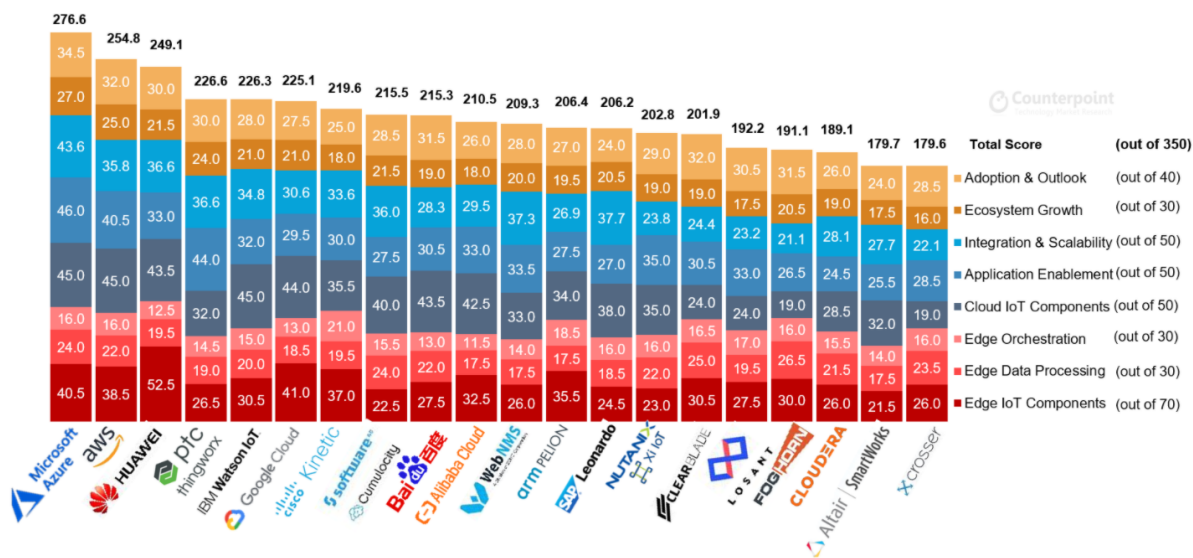


Рис. 6.3 – Ведущие IoT-платформы на мировом рынке. Источник: [87].

Ключевыми игроками на рынке ПОТ авторы исследования называют General Electric, International Business Machines (IBM) и Cisco Systems Incorportations, Siemens и Intel. В 2020 г. по данным аналитической компании Counterpoint Research ведущими платформами для Интернета вещей по степени завершенности (возможности от начала до конца удовлетворять нуждам клиентов) и ряду других параметров стала Microsoft Azure, следом за ней – Amazon Web Services (AWS). На третьем месте – Huawei OceanConnect, на четвертом – PTC ThingWorx. Замыкает пятерку IBM Watson. Платформа

⁸⁷ 2020: Названы лидирующие на рынке IoT-платформы [Электронные ресурсы] // TAdviser. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:IoT-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B>.

Google Cloud заняла шестое место, а места с 7 по 10 – Cisco Kinetic, Software AG Cumulocity, Baidu AIoT и Alibaba Cloud.

В своей итоговой оценке Counterpoint учитывала 8 слагаемых: распространение и перспективы, темпы роста, способности к интеграции и масштабированию, поддержка приложений, облачные компоненты, периферийная оркестрация, периферийная обработка данных и периферийные компоненты.

Такие компании, как Microsoft, Amazon, Baidu, IBM, Alibaba и Cloudera, осуществили успешное развитие своих IoT-платформ от облака к периферии, что позволило им стать лидерами рейтинга. В свою очередь, производители оборудования Huawei и Cisco Systems предложили решения для управления трафиком и вычислений не только в облаке, но и на периферии. SAP, PTC, WebNMS, Nutanix и Software AG – в первую очередь разработчики корпоративного программного обеспечения – также смогли принять эффективное участие в IoT-гонке, органично дополнив поддержкой IoT свои существующие программные решения. Они сделали это как благодаря внутренним разработкам, так и путем приобретений и заключения партнерских соглашений. Существуют заказчики, которые при помощи IoT желают ускорить свои инициативы цифровой трансформации. Для них наиболее подходящими IoT-платформами, по мнению Counterpoint, являются такие платформы, как Microsoft Azure, Baidu AIoT и PTC ThingWorx. Рассмотрим более подробно функционал популярных Интернет-платформ.

Amazon Web Services (AWS Iot) позволяет управлять устройствами и собирать данные. Облачные сервисы, предоставляемые Amazon, включают в себя пакет IoT, который поддерживает все аспекты приложений Интернета:

- AWS IoT Core – основа, на которой может быть построено любое приложение IoT. Через AWS IoT Core устройства могут подключаться к Интернету и друг к другу и обмениваться данными. Платформа поддерживает различные протоколы связи, в том числе и пользовательские, что позволяет осуществлять связь между устройствами разных производителей;

- AWS IoT Device Management позволяет легко добавлять и организовывать устройства. Сервис обеспечивает безопасную и масштабируемую производительность с возможностью мониторинга, устранения неполадок и обновления функциональности устройства;

- AWS IoT Analytics, предоставляющая сервис для автоматической аналитики больших объемов различных данных IoT, включая неструктурированные данные с различных типов устройств. Данные, собранные и обработанные службой, готовы для использования в машинном обучении;

- AWS IoT Device Defender, поддерживающий настройку механизмов безопасности для систем IoT. AWS IoT Device Defender позволяет настраивать и управлять политиками безопасности, контролируя аутентификацию и авторизацию устройства, а также обеспечивая механизмы

шифрования. Это всего лишь несколько примеров услуг IoT, предлагаемых AWS.

Google Cloud Platform – еще один глобальный облачный поставщик, который поддерживает решения IoT. Его пакет Google Cloud IoT позволяет создавать и управлять системами IoT любого размера и сложности. Решение Google Cloud IoT включает в себя ряд служб, с помощью которых можно создавать сети IoT:

- Cloud IoT Core – управляемый сервис для простого и безопасного подключения, а также управления и приема данных с различных устройств;
- Cloud Pub / Sub – сервис, который обрабатывает данные о событиях и предоставляет аналитику потоков в реальном времени;
- Cloud Machine Learning Engine, позволяющий создавать модели ML и использовать данные, полученные с устройств IoT.

Решение IoT, разработанное Google, включает в себя ряд других услуг, которые могут быть полезны при построении комплексных подключенных сетей.

Microsoft Azure – платформа облачных сервисов в одной лиге с AWS и Google Cloud Platform. Microsoft Azure IoT Suite предлагает, как предварительно сконфигурированные решения, так и возможность настраивать их и создавать новые в соответствии с требованиями проекта. Microsoft Azure IoT Suite предоставляет механизмы безопасности, масштабируемость и возможность интеграции с существующими или будущими системами. Платформа позволяет подключать сотни устройств различных производителей, собирать аналитические данные и использовать данные IoT для целей машинного обучения.

SAP – немецкий разработчик корпоративных программных решений. Облачная платформа SAP для Интернета вещей – это среда для удаленного управления и мониторинга всех подключенных устройств, принадлежащих вашей системе IoT. Удаленные устройства могут быть подключены либо напрямую, либо через облачный сервис. Мощные аналитические возможности позволяют обрабатывать, систематизировать и изучать данные, полученные от датчиков, счетчиков и других устройств IoT. SAP предоставляет возможность использовать данные IoT для создания приложений искусственного интеллекта и машинного обучения.

Salesforce IoT – гибкая платформа IoT американского производителя программного обеспечения для облачных вычислений и корпоративных решений. Salesforce сосредотачивает свои усилия по разработке IoT на создании интегрированной системы, соединяющей устройства IoT со своими клиентами прямо в структуре Salesforce. С помощью Salesforce IoT можно создать собственные приложения IoT, подключающие любое устройство и интерпретирующие его данные для дальнейшего использования.

Oracle Internet of Things – глобальная корпорация программного обеспечения, известная своими передовыми решениями в области управления базами данных, облачных вычислений и корпоративного программного обеспечения. Линейка продуктов Oracle также включает в себя решение IoT.

Платформа Oracle Internet of Things связывает программное обеспечение предприятия с «реальным миром» устройств и их метрик. Oracle предоставляет возможности для бизнеса благодаря гибкой среде для создания коммерческих приложений. Oracle поддерживает обработку чрезвычайно большого объема данных, что позволяет вам создавать крупномасштабные сети IoT. Oracle использует также современные механизмы безопасности, которые защищают системы IoT от внешних угроз. Поскольку такие системы обычно содержат различные устройства, некоторые из которых не имеют встроенных средств безопасности, применение централизованных мер безопасности более чем оправдано.

Cisco IoT Cloud Connect фокусируется на создании платформы для мобильных IoT-решений на основе облачных технологий. Сервис Cisco поддерживает передачу голоса и данных, обширную настройку приложений IoT и различные возможности монетизации. Платформа Cisco предоставляет полный пакет функций управления и мониторинга устройств и расширенных мер безопасности – все с акцентом на мобильное приложение и взаимодействие с пользователем. Ряд дополнительных услуг позволяет реализовать другие функции, например, IoT Services for Utility Networks можно использовать для создания систем, специально предназначенных для использования коммунальными компаниями, а IoT Advisory предоставляет доступ к экспертным консультациям по основным бизнес задачам в IoT-секторе.

Bosch IoT Suite – технологический гигант, линейка продуктов которого варьируется от приборов до программных решений различного назначения и типов применения. При разработке платформы IoT Bosch использует открытые стандарты и открытый исходный код. Также она учитывает основные требования проектов, содержащих подключенные устройства и связанные технологии. Bosch IoT Suite поддерживает полный цикл разработки приложений – от разработки прототипа до развертывания и обслуживания приложений. Решения Bosch IoT могут быть реализованы как в виде облачных сервисов, так и в виде автономных систем, работающих локально. Платформа поддерживает междоменные приложения, расширяя возможности интеграции и сводя к минимуму проблемы совместимости.

IBM Watson Internet of Things поддерживает удаленное управление устройствами, передачу и хранение данных в облаке, обмен данными в режиме реального времени, а также возможности машинного обучения благодаря интеграции с технологией AI. IBM экспериментирует с интеграцией IoT с искусственным интеллектом, создавая уникальный опыт и решения. Платформа разработки, предлагаемая IBM, включает в себя ряд инструментов и сервисов для создания программного обеспечения IoT.

Конечно, каждый проект уникален и может предъявлять особые требования к безопасности, масштабируемости и местам хранения. Чтобы найти подходящую среду для построения подключенной сети, нужно обратить внимание на следующие критерии выбора платформы:

– цена и модель ценообразования. Некоторые платформы используют модель оплаты по факту, когда вы платите за фактически потребляемые ресурсы (например, AWS IoT Core), в то время как другие используют модель подписки с фиксированной оплатой в месяц (например, Salesforce);

– наличие бесплатного уровня. Это позволит проверить свою идею и запустить простой проект с минимальными инвестициями. Например, AWS предлагает бесплатную опцию уровня с определенными ограничениями, в то время как у Oracle нет бесплатной опции.

– опыт команды разработчиков.

6.3 Основные тенденции развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.

ПоТ к 2030 году может добавить к мировой экономике 14 триллионов долларов США (IBM)⁸⁸. По оценкам IHS, к 2025 году будет использоваться более 75 млрд интеллектуальных устройств, что на 400% больше, чем примерно 15 млрд устройств, используемых сегодня⁸⁹. Прогнозы роста развивающегося Интернета вещей (IoT) сильно различаются в зависимости от того, как эксперты определяют IoT. Однако все согласны с его развертыванием в ближайшие годы.

Сегодня большая часть выручки на рынке Интернета вещей составляет оборудование. В перспективе доля продажи оборудования в выручке предприятий этого сектора будет сокращаться на фоне роста услуг на базе Интернета вещей – облачное хранение данных, приложения Интернета вещей, аналитика и сервисы больших данных⁹⁰.

Технология Интернета вещей получила наибольшее распространение в государственном и потребительском сегментах. Вместе с тем наиболее перспективным представляется использование данной технологии в промышленном сегменте. По опросам Microsoft большинство производственных организаций переходят на Интернет вещей, и главное преимущество, которое они рассчитывают получить, – это повышение операционной эффективности. Компании также заявляют, что Интернет вещей увеличивает производственные мощности и уменьшает человеческую ошибку⁹¹.

Однако потенциал использования новых технологий в промышленном производстве раскрыт не в полной мере. Переход промышленности на цифровые технологии требует больше времени, более значительных ресурсов и фундаментального реформирования культуры компании. Вместе с тем

⁸⁸ Securing the Internet of Things (IoT) for industrial and utility companies [Electronic resource] // IBM. – Access mode: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/iotthreats>.

⁸⁹ Narrowband IoT (NB-IoT) [Electronic resource] // Thales Group. – Access mode: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/resources/innovation-technology/nb-iot>.

⁹⁰ Исследование рынка IoT и M2M в России и мире. 25 апреля 2017 г. [Электронный ресурс] // Директ ИНФО. – Режим доступа: http://www.directinfo.net/index.php?option=com_content&view=article&id=162%3A2010-07-06-13-57-09&catid=1%3A2008-11-27-09-05-45&Itemid=89&lang=ru.

⁹¹ IoT Signals. Edition 3. October 2021 [Electronic resource] // Microsoft. – Access mode: https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT%20Signals_Edition%203_English.pdf.

возрастающие требования со стороны потребителей к индивидуализации товаров, к ее сервисному обслуживанию, а также усложнение производства высокотехнологической продукции обязывают производителей разрабатывать и внедрять новые технологии на постоянной основе.

Такие технологии четвертой промышленной революции, как Интернет вещей, большие данные, облачные технологии, объединяют производственный процесс в рамках единой цифровой инфраструктуры. Это позволяет не только быстро управлять самим производственным процессом, автоматизировать множество функций и повысить эффективность производства, но и обеспечить тесную двустороннюю связь между производителем и потребителем, что критически важно для конкурентоспособности промышленного предприятия в Индустрии 4.0. Цифровизация промышленного производства создает новые области рынка. Данные, получаемые с постоянно растущего количества датчиков и передаваемые в режиме реального времени, имеют огромный коммерческий потенциал в сфере производства. На основании технологии больших данных становится возможным моделировать клиентское поведение, прогнозировать спрос, формировать предпочтения и даже адаптировать продукцию к быстро меняющимся предпочтениям покупателей.

Цифровая трансформация промышленного предприятия выходит за рамки автоматизации отдельных бизнес-процессов (например, производственного, логистического или сервисного). Основное преимущество технологий четвертой промышленной революции заключается в создании новых бизнес-моделей, меняющих традиционное представление о взаимодействии с клиентами и формировании цены производимой продукции. В условиях технологической неопределённости жизненно важным для промышленного предприятия становится разработка эффективной стратегии цифровизации, предполагающей имплементацию информационно-коммуникационных технологий в повседневную деятельность компании.

Технологии четвертой промышленной революции предназначены не для простой автоматизации и повышения эффективности производственных процессов. Их преимущество заключается в создании новых бизнес-моделей, меняющих традиционное представление о взаимодействии с клиентами и формировании цены производимой продукции. Благодаря информационно-коммуникационным технологиям (в первую очередь Интернету вещей) появляются новые инструменты, обеспечивающие возможность перехода от транзакционной выручки, формирующейся одновременно при продаже товаров/услуг, к модели выручки по подписке, предполагающей оплату за использование продукта ежемесячно. Формируется устойчивая тенденция ориентации покупателя не на цену покупки, а на стоимость владения приобретенным товаром. Как следствие, все большее распространение получают схемы оплаты по факту потребления, а также модели стоимости, которая меняется в зависимости от повышения или понижения спроса и т. д. Оценка рисков изменения существующей бизнес-модели за счет внедрения новых цифровых технологий позволит выработать приоритеты

инвестирования в цифровые проекты, определить, какие технологии создадут наибольшую стоимость с учетом особенностей выстраивания бизнес-моделей.

Когда миллиарды датчиков подключены к Интернету, для человека становится невозможным обработать все данные, собранные этими датчиками. Контекстно зависимые техники вычислений, такие как связующее программное обеспечение IoT, предназначены для лучшего понимания данных с датчиков и помощи в отборе информации для обработки. В настоящее время большинство связующего программного обеспечения IoT не имеет возможностей для осознания контекста. Европейский союз назвал контекстную зависимость важной областью исследований IoT и указал на необходимость разработки контекстно-зависимого «Интернета вещей».

Исследования Microsoft показывают, что большинство организаций, внедряющих IoT, также используют и изучают новые технологии, такие как искусственный интеллект, периферийные вычисления и цифровые двойники. Большинство компаний, использующих эти технологии, интегрировали их в свои решения IoT и обнаруживают, что они улучшают способы использования IoT⁹². Чтобы получить максимальные преимущества от объединения искусственного интеллекта, периферийных вычислений, цифровых двойников с IoT, компаниям необходимо сосредоточиться на создании инфраструктуры и решении проблем масштабирования.

Некоторые исследователи предлагают создать «Интернет разумных вещей», привнеся искусственный интеллект в «вещи» и коммуникационные сети. По их мнению, будущие системы IoT должны иметь такие характеристики, как «самоконфигурирование, само оптимизация, самозащита и самоисцеление». В будущем «умные» вещи станут еще умнее, контекстно зависимы, будут обладать большой памятью и широкими возможностями обработки, а также способностью рассуждать.

Обеспечение безопасности ИТ-инфраструктуры и активов является главной задачей в 2021 году, и почти треть из них обеспокоены риском безопасности Интернета вещей, особенно в отношении обеспечения конфиденциальности данных и безопасности на уровне сети. Чтобы обеспечить безопасность проектов Интернета вещей, основное внимание уделяется предотвращению и обнаружению утечек данных, хотя ни один из передовых методов не получил широкого распространения⁹³.

К перспективным направлениям развития Интернета вещей специалисты также относят интеграцию социальных сетей с IoT-решениями. В последнее время возник большой интерес к использованию социальных сетей для улучшения коммуникаций между различными «IoT-вещами». Недавно была предложена новая парадигма – Социальный интернет вещей (SIoT). Также наблюдается тенденция перехода от «Интернета вещей» к новому направлению, называемому «Веб вещей» (Web of Things), которое позволит

⁹² IoT Signals. Edition 3. October 2021 [Electronic resource] // Microsoft. – Access mode: https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT%20Signals_Edition%203_English.pdf.

⁹³ IoT Signals. Edition 3. October 2021 [Electronic resource] // Microsoft. – Access mode: https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT%20Signals_Edition%203_English.pdf.

IoT-объектам стать акторами и равноправными участниками процессов во Всемирной паутине.

Интернет вещей включает в себя миллиарды подключенных через беспроводную сеть коммуникативных датчиков, потребляемая ими мощность вызывает большую тревогу и ограничивает использование «Интернета вещей». Улучшение энергосбережения и разработка «зеленых» IoT-технологий должны стать важнейшей целью для разработчиков IoT-устройств, прежде всего беспроводных датчиков.

Вопросы для самоконтроля

1. Что включает в себя мировой рынок Интернета вещей?
2. Охарактеризуйте современное состояние мирового рынка Интернета вещей.
3. Опишите динамику развития мирового рынка Интернета вещей.
4. Какое место Промышленный интернет вещей занимает на мировом рынке Интернета вещей?
5. Назовите основные факторы развития мирового рынка Интернета вещей.
6. Кто является основными субъектами мирового рынка Интернета вещей.
7. Назовите ведущих игроков мирового рынка Интернета вещей?
8. По каким критериям нужно выбирать платформу для Промышленного интернета вещей?
9. Назовите основные тенденции развития мирового рынка Интернета вещей.

[Вернуться к теме 6](#)

ТЕМА 7. ЗНАЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИК В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: изучить инструменты и методы развития Промышленного интернета вещей.

Структура занятия:

7.1 Инструменты и методы развития Промышленного интернета вещей.

7.2 Роль государственного и частного секторов в развитии Промышленного интернета вещей.

7.3 Опыт зарубежных стран в развитии Промышленного интернета вещей.

7.4 Проблемы, риски и угрозы развития Промышленного интернета вещей.

7.1 Инструменты и методы развития Промышленного интернета вещей.

Промышленный интернет вещей является приоритетом экономического развития очень многих стран, в особенности экономических лидеров. С целью синхронизации действий субъектов, развития базовых технологий, формирования инфраструктуры Интернета вещей на уровне правительств принимаются программы развития, которые можно условно разделить на комплексные, технологические и отраслевые. В Германии развитие Промышленного интернета вещей координируется в рамках Инициативы «Индустрия 4.0», в Сингапуре – Национального плана развития ИКТ, в США – в рамках целого ряда отраслевых программ (Программа развития киберфизических систем, Инициатива Smart America Challenge, Инициатива Bid Data R&D и др.).

На рисунках 7.1 и 7.2 представлены примеры отдельных программ, направленных на развитие Промышленного интернета вещей и включающих задачи и меры по их реализации.



Рис. 7.1 – Программы комплексного развития Интернета вещей.
Источник: [94].

⁹⁴ Типология государственных программ поддержки IoT за рубежом [Электронный ресурс] // TAdviser. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\)#IDC:_.D0.9E.D0.B1.D1.8A.D0.B5.D0.BC_IoT-.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B2_2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA)#IDC:_.D0.9E.D0.B1.D1.8A.D0.B5.D0.BC_IoT-.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B2_2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4)

Технологические и отраслевые инициативы



Рис. 7.2 – Фокусные программы развития Интернета вещей.
 Источник: [95].

7.2 Роль государственного и частного секторов в развитии Промышленного интернета вещей.

Международный опыт показывает, что государственный сектор является основным драйвером роста Интернета вещей. По оценкам iKS-Consulting «государственный сектор генерирует более 80% всех доходов российского рынка IoT, бизнес – 18%, а пользователи – 1%. Государство стимулирует распространение технологий IoT через госпрограммы цифровизации и автоматизации управления городской инфраструктурой. 71% IoT-решений внедряется для развития концепции "умного" города. Это программы внедрения аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" для улучшения общественной безопасности и охраны порядка в городах, программы развития интеллектуально-транспортной сети (ИТС) для управления городской транспортной сетью и транспортными потоками, а также программы улучшения энергоэффективности в коммунальной

⁹⁵ Типология государственных программ поддержки IoT за рубежом [Электронный ресурс] // TAdviser. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_\(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA.D0%B0_.D0.B2_.2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_.2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_(%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA.D0%B0_.D0.B2_.2013_.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D1.83_-_.2442.2C2_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.2C_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_.D0.BD.D0.B0_.2018_-_.2498.2C8_.D0.BC.D0.BB.D1.80.D0.B4.)

энергетике»⁹⁶. Президент Национальной ассоциации участников рынка промышленного Интернета (НАПИ) Российской Федерации В. Недельский согласен, что в России основной спрос на IoT-решения будет за госсектором. «В первую очередь благодаря таким инфраструктурным заказчикам, как сегмент ЖКХ, компания "Россети", водоканалы, общественный транспорт и другие»⁹⁷, – говорит он. За рубежом сложилась аналогичная ситуация, и «это видно на примере Китая, Южной Кореи, Японии, а также Германии и других стран Евросоюза».

В развитии Интернета вещей государство играет все большую роль как субъект хозяйствования, а именно как основной заказчик этих услуг. Т. Толмачева, основатель iKS-Consulting, считает: «В среднесрочной перспективе B2B-рынок не сможет обогнать рынок B2G по объемам. Возможности государства по финансированию новых технологий не сопоставимы с возможностями бизнеса. Особенно, когда эти технологии еще дорогие и незрелые»⁹⁸. Все же постепенно область использования Интернета вещей расширяется. По мнению Д. Солодовникова, пресс-секретаря ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС), «у российского IoT-рынка два основных драйвера развития. Это государственные программы и запросы бизнеса. Федеральные и региональные органы власти используют IoT-решения для управления транспортом, безопасным городом, работой коммунальных служб и других проектов. "Бизнес давно использует M2M-соединения и ПО для управления M2M. А в последние годы спрос фокусируется на комплексных отраслевых решениях в области IoT"»⁹⁹.

Переход к Индустрии 4.0 требует пересмотра роли государства в процессе цифровизации производства и бизнес-моделей. Государство является крупнейшим субъектом Индустрии 4.0, представляющим интересы общества, поскольку обладает способностью аккумулировать ресурсы для создания и испытания новых технологий, берет на себя риски коммерциализации новых технологий, соответствующих общественным интересам, берет на себя риски фундаментальных исследований, берет на себя проблемы, которые не могут быть решены в рамках коммерческих отношений – безопасность, стандартизация, правовое обеспечение. Необходимо определить области, требующие государственного регулирования с целью недопущения или минимизации рисков цифровизации. Только на уровне государственного управления могут быть оценены и предупреждены риски технологической зависимости, риски монополизации, риски дефицита предложения, риски экономической безопасности¹⁰⁰.

⁹⁶ Титаренко, Е. IoT больше нужен государству, чем бизнесу/ Е. Титаренко [Электронный ресурс] // Цифровая экономика. ComNews. – Режим доступа: <http://www.comnews.ru/digital-economy/content/109405#ixzz4rmAaYsYx>.

⁹⁷ Титаренко, Е. IoT больше нужен государству, чем бизнесу/ Е. Титаренко [Электронный ресурс] // Цифровая экономика. ComNews. – Режим доступа: <http://www.comnews.ru/digital-economy/content/109405#ixzz4rmAaYsYx>.

⁹⁸ Титаренко, Е. IoT больше нужен государству, чем бизнесу/ Е. Титаренко [Электронный ресурс] // Цифровая экономика. ComNews. – Режим доступа: <http://www.comnews.ru/digital-economy/content/109405#ixzz4rmAaYsYx>.

⁹⁹ Титаренко, Е. IoT больше нужен государству, чем бизнесу/ Е. Титаренко [Электронный ресурс] // Цифровая экономика. ComNews. – Режим доступа: <http://www.comnews.ru/digital-economy/content/109405#ixzz4rmAaYsYx>.

¹⁰⁰ Мелешко, Ю.В. Практические рекомендации по совершенствованию цифровизации бизнес-моделей на предприятиях белорусского промышленного комплекса в контексте Индустрии 4.0 / Ю.В. Мелешко // Инжиниринг и

7.3 Опыт зарубежных стран в развитии Промышленного интернета вещей.

В зарубежной практике известны успешные примеры внедрения IoT по инициативе как государства, так и бизнеса. Например, при поддержке государства в странах Евросоюза, Южной Кореи, Китае и Индии внедряются технологии «умного города», которые позволяют повышать эффективность управления энергопотреблением и транспортными потоками. В Великобритании и США реализованы масштабные программы по внедрению «умных счетчиков» для удаленного контроля энергопотребления в домохозяйствах.

Страной-лидером по развитию Промышленного интернета вещей на сегодняшний день является Германия, принявшая и успешно реализующая Индустрию 4.0 как инструмент технологического лидерства. Сегодня проблема технологического лидерства правомерно рассматривается многими странами в контексте экономической и национальной безопасности. Технологии являются фактором независимости национальной экономики. Растущая глобализация и чрезвычайно высокие темпы инновационных процессов приводят к обострению политической и экономической ситуации в мире. «Торговые войны», сопровождаемые усилением экспансионистской или протекционистской экономических политик крупнейших стран мира, являются по сути борьбой за технологическое лидерство. Продвигая свои технологии (например, через технические стандарты, принимаемые в качестве эталонных в остальных странах мира), страны получают не только основную часть прибыли, создаваемую новыми технологиями, но и возможность контролировать дальнейшее экономическое развитие иных стран (то есть получают доступ к ресурсам других стран), по крайней мере до следующего технологического витка.

Федеративная Республика Германия активно заявляет свою позицию европейского и мирового экономического лидера. Индустриальный сектор традиционно выступает ядром немецкой экономики. На сегодняшний день доля промышленности в ВВП Германии составляет 20%, по этому показателю Германия занимает первое место в Европе. Доля обрабатывающей промышленности в ВВП Германии в течение 20 лет была колебалась на уровне 22 %, в то время как доля промышленности в ВВП ЕС в целом в 2016 г. составила только 16,3 %, а в крупных промышленно развитых странах, таких как Франция или Великобритания, – еще ниже. В 2017 г. в Германии в обрабатывающем секторе было занято около 6,12 млн. человек¹⁰¹. Как отмечает Федеральное министерство экономики и энергетики Германии, «в целом сейчас создано такое количество рабочих мест, сколько никогда еще не

управление: от теории к практике: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции; редкол. : Солодовников С.Ю. [и др.]. 15 апреля 2021 г., г. Минск / Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2021. – 469 с – С. 75–78.

¹⁰¹ Moderne Industriepolitik [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>.

было в истории в Германии»¹⁰². Экономические успехи Германии управляющие органы страны объясняют последовательной экономической политикой, направленной на развитие индустриального сектора: «В сравнении с другими странами мира мы настолько успешны еще и потому, что мы четко придерживаемся своей экономической модели, базирующейся на промышленности»¹⁰³.

Учитывая опыт потерь («в семидесятые годы Германия утратила свое лидирующее положение, например, в области бытовой электроники, в пользу таких стран, как Япония и Южная Корея. С тех пор эта потеря оказалась окончательной. Позже это способствовало тому, что Европа не смогла закрепиться в новых областях телекоммуникаций и компьютерной электроники (включая смартфоны, планшеты и т. д.)»¹⁰⁴, правительство Германии чрезвычайно серьезно подходит к проблеме технологического лидерства и ставит перед собой задачу занять позицию «ведущего поставщика технологий Индустрии 4.0»¹⁰⁵ на мировом рынке. В качестве своих основных конкурентов в сфере промышленных технологий Германия видит США, Японию и Китай. «Если в автомобиле будущего будет цифровая платформа для автономного вождения с использованием искусственного интеллекта из США и аккумулятора из Азии, Германия и Европа потеряет более 50 процентов добавленной стоимости в этой области. Связанные с этим эффекты вышли далеко за рамки автомобильного сектора. Таким образом, эта проблема затрагивает не только компании отрасли, но и всех субъектов экономики и государства»¹⁰⁶, – отмечается в проекте Национальной промышленной стратегии 2030. Переход к Индустрии 4.0 – промышленности, основанной на киберфизических производственных системах, выступает инструментом обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ экономики Германии на мировом уровне.

Термин «Индустрия 4.0» начал широко использоваться с 2011 г., когда на Ганноверской выставке был озвучен доклад «Индустрия 4.0: с Интернетом вещей на пути к 4-й промышленной революции». В том же 2011 г. Федеральным правительством Германии в рамках рабочего плана реализации

¹⁰² Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹⁰³ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹⁰⁴ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹⁰⁵ Industrie 4.0 gestalten. Souveraen. In-teroperabel. Nachhaltig: Fortschrittbericht 2019 [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 52 S. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/ Pub-likation/hm-2019-fortschrittsbericht.html>. – Zugriffsdatum: 08.06.2019.

¹⁰⁶ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

Стратегии развития высоких технологий до 2020 г. был принят проект «Индустрия 4.0», в разработке которого участвовали среди прочих и авторы рассмотренного выше доклада. Кроме проекта «Индустрия 4.0» данная стратегия включила в себя еще 9 проектов: «Не содержащий углекислого газа, энергоэффективный и экологически чистый город»; «Возобновляемые ресурсы в качестве альтернативы нефти»; «Умное энергоснабжение»; «Лечить болезни лучше с помощью индивидуализированной медицины»; «Больше здоровья посредством целенаправленной профилактики и питания»; «Даже в старости вести самостоятельную жизнь»; «Устойчивая мобильность»; «Интернет-услуги для экономики»; «Гарантированная идентификация личности».

Роль Индустрии 4.0 не раз подчеркивалась на высшем политическом уровне, например, «В коалиционном соглашении правительства ХДС-ХСС-СПД на законодательный период 2013 года I40 (*Индустрия 4.0 – примечание Ю. М.*) считалась жизненно важным в обеспечении технологического лидерства»¹⁰⁷. Как отмечалось нами ранее, «в целом Индустрия 4.0 рассматривается как инструмент сохранения за Германией лидирующих позиций на мировом рынке промышленности»¹⁰⁸. В 2013 г. был опубликован заключительный отчет о стратегии развития Индустрии 4.0, получивший название: «Обеспечить будущее Германии как места локализации производства. Рекомендации по внедрению проекта Индустрия 4.0». В подготовке отчета приняли участие специалисты из различных областей: представители университетов (Технологический университет Дармштадта, Институт инженерии и автоматизации Фраунгофера, Технологический институт Карлсруэ, Мюнхенский технический университет, Университет Пассау и др.); представители исследовательских организаций и объединений (Центральное объединение электронной промышленности, Ассоциация немецкой машиностроительной и заводской инженерии, БИТКОМ – Цифровая ассоциация Германии и др.); представители крупнейших предприятий промышленности (Robert Bosch GmbH, Siemens AG, SAP AG, ThyssenKrupp AG, Deutsche Telekom AG, BMW AG, Deutsche Post DHL AG, TRUMPF GmbH & Co. KG и др.). Привлечение к разработке программы представителей бизнеса, разных отраслей наук и органов государственного управления представляет позитивный опыт Германии, поскольку позволяет решить сразу несколько задач: во-первых, обеспечить межотраслевой подход при развитии Индустрии 4.0; во-вторых, разработать программу развития промышленности, основанную на консенсусе интересов государства и

¹⁰⁷ Kagerman, H. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungs-empfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig; Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. April 2013. – 116 s. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungs-empfehlungen_Industrie4_0.pdf.

¹⁰⁸ Мелешко, Ю.В. Индустрия 4.0 – новая промышленная политика Германии: теоретическая основа и практические результаты / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей. – Минск: БНТУ, 2018. – №8. – С. 166–179.

бизнеса; в-третьих, обеспечить научное сопровождение становления Индустрии 4.0.

Основным результатом исследований рабочей группы Индустрии 4.0 стали рекомендации по преодолению препятствий (технических, юридических, кадровых и др.) распространения Индустрии 4.0 на всей территории Германии с целью обеспечения конкурентоспособности национальных предприятий промышленности. Выработанные рекомендации носят прикладной характер, очерчивая основные направления дальнейшей деятельности по развитию Индустрии 4.0 – стандартизация, безопасность, создание эталонной архитектуры, внедрение комплексных систем, оснащение рабочих мест, развитие разноплановых компетенций у персонала. При этом адресатами выступают как правительство, например, в области правового регулирования или масштабной государственной поддержки научных исследований и разработок, так и промышленные предприятия, университеты, отраслевые исследовательские организации¹⁰⁹.

Следующим этапом развития Индустрии 4.0 в Германии стало создание в 2013 г. одноименной интернет-платформы. Организаторами платформы выступили Центральное объединение электронной промышленности, Ассоциация немецкой машиностроительной и заводской инженерии и Цифровая ассоциация Германии, представляющие более 6 000 компаний¹¹⁰. Платформа Индустрия 4.0 играет роль интегратора для представителей политики, бизнеса, науки, профсоюзов, ассоциаций и мультипликатора «в социально-политической дискуссии о влиянии Индустрии 4.0»¹¹¹. Фактически она стала институциональным органом, на который возложены функции информирования, консультирования, обеспечения трансфера технологий Индустрии 4.0 и взаимодействия между субъектами промышленного производства, решения проблем, возникающих на пути становления Индустрии 4.0 в Германии. В рамках данной платформы функционируют 6 рабочих групп по следующим тематическим направлениям: эталонные архитектуры, стандартизация и нормирование; технологии и сценарии применения; безопасность сетевых систем; правовые основы; занятость, образование и дальнейшее обучение; цифровые бизнес-модели в Индустрии 4.0.

Перед Платформой Индустрия 4.0 поставлена задача разработки практических рекомендаций по цифровизации промышленности для всех заинтересованных лиц: «Благодаря онлайн-библиотеке, карте и компасу платформа создала службы ориентации и поддержки, которые помогают компаниям, особенно малым и средним предприятиям, осуществить

¹⁰⁹ Мелешко, Ю.В. Индустрия 4.0 как инструмент достижения технологического лидерства Германии: эволюция подходов к реализации / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня. – 2019. – Выпуск 10. – С. 79–93.

¹¹⁰ Die Geschichte der Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html/>.

¹¹¹ Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html>.

цифровую трансформацию их производства»¹¹². Для апробирования новых технологий на практике создана сеть испытательных центров, в которую входит более 70 вузов и исследовательских учреждений. На Интернет-сайте Платформы представлена информация о примерах внедрения технологий Индустрии 4.0 в практическую деятельность предприятий на территории Германии.

Оценка деятельности Платформы 4.0 была представлена в 2017 г. на Ганноверской выставке. В качестве основных достижений Платформы 4.0 было названо, во-первых, содействие малому и среднему бизнесу, во-вторых, выработанные рабочими группами рекомендации для политики и бизнеса по тематическим направлениям, в-третьих, модель эталонной архитектуры «RAMI 4.0», представляющей «систему координат, в которой сложные отношения Индустрии 4.0 делятся на три измерения: ИТ, жизненный цикл и иерархия автоматизации»¹¹³.

Вместе с тем наблюдаются и некоторые отклонения от первоначального плана развития Индустрии 4.0, что видно из анализа результатов деятельности Платформы как основного национального (претендующего на международного) координатора по вопросам, касающимся Индустрии 4.0. Рабочая группа Индустрии 4.0 Научно-исследовательского союза «Экономика-наука» федерального правительства ФРГ, в рамках реализации рекомендаций которой и была создана Платформа Индустрия 4.0, видела в этой платформе основной инструмент межотраслевого и межфирменного взаимодействия и, следовательно, один из ключевых факторов становления Индустрии 4.0. Однако сегодня акцента в развитии Индустрии 4.0 сместился с проблем установления межотраслевого взаимодействия в сторону поддержки инновационности малого и среднего предпринимательство. На сегодняшний день в качестве своего главного достижения Платформы Индустрии 4.0 называется содействие малому и среднему бизнесу во внедрении технологий Индустрии 4.0, а затем уже отмечаются конкретные успехи рабочих групп и разработка эталонной архитектуры, в то время как эталонной архитектуры представляет собой необходимую технологическую основу межотраслевого и межорганизационного взаимодействия участников производственного процесса¹¹⁴.

Такая трансформация приоритетов свидетельствует о неуспехе в решении одной из ключевых проблем становления Индустрии 4.0 – стандартизации. Причиной этому, помимо сложности решения самой задачи, является конкуренция между ведущими игроками в области информационно-коммуникационных технологий. «Один из основных извлеченных уроков касается необходимости расширения модели платформы Индустрия 4.0 с большим количеством участников и обеспечения ее более сильной

¹¹² In der Praxis [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/in-der-praxis.html>.

¹¹³ Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>

¹¹⁴ Мелешко, Ю.В. Индустрия 4.0 как инструмент достижения технологического лидерства Германии: эволюция подходов к реализации / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня. – 2019. – Выпуск 10. – С. 79–93.

политической поддержкой для преодоления конкуренции между промышленными группами путем коллаборации по вопросам общих норм, стандартов, а также интеграции промышленных доменов»¹¹⁵. С целью преодоления внутренней конкуренции в состав руководства Платформы Индустрия 4.0, изначально сформированный тремя промышленными ассоциациями Германии, были включены представители Федерального министерства экономики и энергетики, Федерального министерства образования и научных исследований, Канцелярии федерального канцлера и федеральных земель.

В 2019 г. Федеральным министерством экономики и энергетики Германии был подготовлен доклад о ходе становления Индустрия 4.0 «Создание Индустрии 4.0. Независимость. Совместимость. Устойчивость». В этом докладе закрепились наметившаяся ранее трансформация теоретических подходов к трактовке Индустрии 4.0. Рассматривая Индустрию 4.0 как совокупность технологий («технологии Индустрии 4.0»), эксперты обращают внимание, что Индустрия 4.0 предполагает не только цифровое производство и логистику, но и сопутствующие им цифровые услуги и цифровые бизнес-модели. Тем самым подчеркивается тесная взаимосвязь в Индустрии 4.0 всех стадий промышленного производства, цифровизация одной из которых – производственной стадии – влечет цифровизацию остальных. «В будущем клиенты и деловые партнеры будут непосредственно вовлечены в бизнес и производственные процессы. Производство и продукты связаны с высококачественными, наукоемкими услугами (гибридное производство, гибридные продукты)»¹¹⁶, – считают представители Федерального министерства экономики и энергетики.

Для обозначения изменяющихся под влиянием Индустрии 4.0 изменения экономических и социальных аспектов хозяйственной деятельности используется терминология с приставкой «4.0»: «Экономика 4.0 – экономика, базирующаяся на данных»¹¹⁷, «Труд 4.0 – труд, который поддерживает здоровье, совместим с семейной жизнью, уходом и гражданской активностью, а также экологичен, экономичен и устойчив»¹¹⁸. В этом контексте становится очевидным, что Индустрия 4.0 рассматривается исключительно как технологическая характеристика промышленного производства (которое становится более сложным, интегрированным с услугами и требует изменения бизнес-моделей).

В ответ на актуальные проблемы становления Индустрии 4.0 в 2019 г. Министерством экономики и энергетики Германии был разработан проект

¹¹⁵ Digital transformation monitor. Ger-many: Industrie 4.0 // Europäische Kommissi-on. – Access mode: https://ec.europa.eu/growth/tools-data-bases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf

¹¹⁶ Moderne Industriepolitik [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>

¹¹⁷ Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025 // Die Budesregierung. – 66 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/For-schung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf

¹¹⁸ Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025 // Die Budesregierung. – 66 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/For-schung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf

Национальной промышленной стратегии до 2030 года¹¹⁹. Основным посылом представленного проекта стала необходимость проведения активной государственной промышленной политики, направленной на укрепление промышленного и технологического суверенитета Германии. При этом авторы проекта подчеркивают, что речь идет не о «точечных» непродолжительных вмешательствах государства (которое, как известно, «не лучший предприниматель»¹²⁰), не имеющих стратегических целей и приводящих «к неправильному распределению ресурсов»¹²¹. «Представленная промышленная стратегия сознательно выбирает совершенно другой подход. Он определяет случаи, когда вмешательство государства может быть оправданным или даже необходимым, чтобы избежать серьезных неблагоприятных последствий для национальной экономики и общественного благосостояния. В то же время, это вклад в формирование рыночной экономики, ориентированной на будущее, и основа для структурно-политических дебатов, которые должны быть проведены»¹²². Авторы доклада исходят из того, что без активной политической позиции со стороны государства Германия не сможет достигнуть лидерства в ключевых технологиях и базисных инновациях: «В некоторых случаях мы обнаруживаем, что сумма индивидуальных бизнес-решений компаний страны недостаточна для компенсации или предотвращения глобальных сдвигов сил и благосостояния: компания смотрит на свой прогресс, а не всей страны. <...> В этом – и только в этом случае – вступает в права активизирующая, стимулирующая и протекционистская промышленная политика: если рыночные силы не способны поддерживать инновационность и конкурентоспособность страны»¹²³. Для реализации такого подхода на практике в стратегии предложены критерии, позволяющие однозначно обосновать необходимость активных действий государства: «Они действуют как ограничитель государственного вмешательства или, в случае, когда такие меры были предложены по чрезвычайным экономическим причинам, подтверждают его легитимность»¹²⁴. Ограничивая использование

¹¹⁹ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹²⁰ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹²¹ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹²² Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹²³ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹²⁴ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus:

мер государственного вмешательства только исключительными случаями (когда обычные рыночные методы не действенны), авторы доклада все же убеждены в необходимости такого вмешательства для дальнейшего развития Индустрии 4.0.

Для достижения стратегической цели завоевания лидирующих позиций на международном рынке в предложенной стратегии также ставится под сомнение абсолютизация эффекта от «зеленых технологий». «... мы должны бороться за каждое промышленное рабочее место. Ложное различие между "старыми грязными" отраслями и "чистыми новыми" отраслями вводит в заблуждение»¹²⁵, – считают авторы проекта стратегии. Поскольку единые подходы к защите окружающей среды не учитывают структурных особенностей экономики, они становятся для промышленно развитых регионов тяжелой нагрузкой, снижающей конкурентоспособность промышленного комплекса. «Если рамочные условия защиты окружающей среды и климата будут совершенствоваться далее, важно избежать нарушения условий конкуренции из-за того, что Германия является промышленным регионом. Экономическая эффективность и соразмерность должны быть приняты во внимание»¹²⁶.

По-новому в рассматриваемом проекте стратегии подходят и проблематике малого и среднего бизнеса. Традиционно малое и среднее предпринимательство считается в Германии «особой силой». Либералы-рыночники, критикующие предложенную стратегию, утверждают: «В Германии много лидеров мирового рынка, которые часто создают высокую добавленную стоимость для немецкой экономики в узких нишах, но мало известны общественности. Успешная промышленная политика должна учитывать эту немецкую особенность»¹²⁷. Не отрицая это, авторы проекта указывают на огромные проблемы «в связи с быстрым развитием инноваций и, в частности, цифровизацией, поскольку их специальные технологические возможности часто лежат в других областях»¹²⁸. Транснационализация мировой экономики и глобализация рынков «ставит вопрос о критических размерах, необходимых промышленному игроку, чтобы успешно конкурировать в международной конкуренции или предлагать определенные

https://www.bmwi.de/Redaktion/2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-

¹²⁵ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-

¹²⁶ Moderne Industriepolitik [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>

¹²⁷ Brief “Nationale Industriestrategie” [Elektronische Quelle] // Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 10 S. – https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-nationale-industriestrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹²⁸ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-

продукты и услуги»¹²⁹, – на наш взгляд, абсолютно справедливый вопрос. «Крупные коммерческие самолеты строятся только компаниями определенного размера. Создание и модернизация железнодорожных систем ведет к крупным проектам на 30 миллиардов долларов и более. Крупные интернет-платформы, которые успешны на мировом рынке, нуждаются в огромном количестве капитала»¹³⁰, – приводят в качестве примеров авторы проекта.

Таким образом, по мере становления Индустрии 4.0 в Германии постепенно произошел переход к более активной промышленной политике, что резко отличает его от предыдущих стратегий развития. Разработчики проекта Национальной промышленной стратегии до 2030 года подвергают сомнению абсолютизацию таких либерально-рыночных постулатов как невмешательство государства в экономику, саморегулирование рынков, в том числе рынка труда, мелкий и средний бизнес как основа экономики, стимулирование технологического развития частным сектором. Высказывая убежденность в том, что для достижения стратегической цели завоевания лидирующих позиций на международном рынке промышленных технологий необходимо государственное вмешательство (активизирующая, стимулирующая и протекционистская промышленная политика, направленная на поддержание инновационности и конкурентоспособности страны) и крупные промышленные предприятия (способные разрабатывать и внедрять технологии Индустрии 4.0), П. Альтмейер инициировал активную дискуссию в научных и политических кругах Европы и Германии в частности. От результата этой дискуссии и будет зависеть, удастся ли Германии сохранить за собой лидерство в технологиях Индустрии 4.0 и занять ведущее место в мировом промышленном производстве, тем самым обеспечив себе экономическую и национальную безопасность.

7.4 Проблемы, риски и угрозы развития Промышленного интернета вещей.

Хотя уже было проведено немало исследований по технологиям IoT, остается еще достаточно технических проблем.

1. Проблема архитектуры. Дизайн сервис-ориентированной архитектуры (SOA) для IoT доставляет определенные трудности, так как сервис-ориентированные «вещи» могут пострадать от своей производительности и ценовых издержек. Также, по мере того как все больше и больше физических объектов подключается к сети, часто возникают проблемы с

¹²⁹ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

¹³⁰ Nationale Industriestrategie 2030. Strate-gische Leitlinien fuer eine deutsche und euro-paeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24.

масштабируемостью на разных уровнях, включая передачу данных и работу по сети, обработку данных и управление, а также обеспечение сервисов.

2. Проблема управления. Интернет вещей является очень сложной гетерогенной сетью, включающей в себя соединения между разными типами сетей с помощью различных коммуникационных технологий. В настоящее время отсутствует общепринятая единая платформа, которая скрывает неоднородность выделенных сетевых/коммуникативных технологий и обеспечивает прозрачность именованных сервисов для различных приложений. Передача больших по объему данных по сети в одно и то же время также может стать причиной частых задержек, конфликтов и коммуникативных проблем. Эта задача может быть разрешена путем сбора данных с помощью большого количества устройств. Управление связанными «вещами» с точки зрения облегчения взаимодействия субъектов и администрирования адресации, идентификации и оптимизации устройств на уровнях архитектуры и протоколов является одной из важных исследовательских задач.

3. Проблемы стандартизации. Отсутствие общепринятого языка описания делает затруднительным развитие сервиса и усложняет интеграцию ресурсов физических объектов в сервисы, приносящие дополнительный доход (VAS-сервисы). Развитые сервисы могут быть несовместимы с разным коммуникационным и внедренным окружением. Кроме того, для распространения технологии IoT должны быть разработаны мощные методы обнаружения сервисов и службы именования объектов.

Быстрое развитие «Интернета вещей» усложняет стандартизацию. Однако именно она играет важную роль в дальнейшем становлении и распространении «Интернета вещей». Стандартизация в IoT призвана снизить барьеры для входа новых поставщиков сервисов и пользователей, служит для улучшения взаимодействия различных приложений и сервисов, а также для обеспечения лучшего качества продуктов или сервисов более высокого уровня. Достаточная координация усилий в процессе стандартизации обеспечит устройствам и приложениям из разных стран возможность обмениваться информацией. Различные стандарты, используемые в IoT (например, стандарты безопасности, связи и идентификации), могут оказаться ключевыми факторами для распространения и разработки технологий IoT. К специфическим вопросам в области стандартизации «Интернета вещей» относятся проблемы совместимости, уровня радиодоступа, семантической интероперабельности, а также безопасности и конфиденциальности. Кроме того, рекомендуется разработать и отраслевые стандарты или инструкции для упрощения интеграции различных сервисов при внедрении «Интернета вещей» в промышленность.

4. Проблема анализа больших данных. Так как «Интернет вещей» часто развивается на основе традиционного ИКТ-окружения и на него влияет все, что подключено к сети, потребуется много работы, чтобы провести интеграцию IoT с существующими, в том числе устаревшими, ИТ-системами в единую информационную инфраструктуру. Помимо этого, большое

количество подключенных к Интернету связанных «вещей» будет автоматически воспроизводить в режиме реального времени огромный поток данных, которые не будут иметь особого смысла, если люди не смогут найти эффективный способ их анализа и понимания. Анализ или осмысление больших объемов данных, генерируемых как приложениями IoT, так и существующими ИТ-системами, потребует серьезных навыков, и это может оказаться сложным для многих конечных пользователей. Кроме того, для интеграции IoT-устройств с внешними ресурсами, такими как существующие программные системы и веб-сервисы, необходимы разработки различного промежуточного ПО, так как приложения сильно разнятся по отраслям. Выстраивание практических приложений, в которых разнородные и зависящие от «Интернета вещей» данные комбинируются с обычными, может оказаться сложной задачей для различных отраслей промышленности.

5. Проблемы информационной безопасности и защиты конфиденциальности. Широкое распространение новых технологий и сервисов «Интернета вещей» будет во многом основываться на информационной безопасности и защите конфиденциальности данных, которые становятся проблематичными в IoT из-за особенностей их развертывания, мобильности и комплексности. Многие из существующих сегодня технологий доступны для бытового использования, но не подходят для промышленных приложений, в которых предъявляются повышенные требования по безопасности. Существующие технологии шифрования, заимствованные из WSN (беспроводной сенсорной сети) или других сетей, должны быть тщательно проверены перед их использованием для защиты информации при реализации «Интернета вещей». Так как IoT позволяет многие повседневные вещи отслеживать, мониторить и связывать, значительное количество личной и персональной информации может собираться автоматически.

Защита приватности в среде «Интернета вещей» станет более серьезной, чем в традиционной среде ИКТ, так как количество векторов атак на «вещи» IoT, видимо, будет намного больше. К примеру, монитор здоровья будет собирать данные пациента, такие как частота сердечных сокращений и уровень сахара в крови, а затем отправлять информацию непосредственно в кабинет врача по сети. При этом она может быть украдена или взломана. Другой пример – биодатчик, используемый в пищевой промышленности. Он может применяться для мониторинга температуры и бактериального состава продуктов питания, хранящихся в холодильнике. Когда что-то портится, данные об этом отправляются в компанию через сеть. Однако такая информация должна быть строго конфиденциальной, чтобы защитить репутацию пищевой компании. Следует отметить, что некоторые вопросы, такие как определение конфиденциальности в IoT и ее юридическое толкование, по-прежнему четко не определены.

Расширение использования Промышленного интернета на предприятиях сопряжено с рядом рисков¹³¹. По мере расширения цифровизации экономики во всем мире риски кибератак будут только возрастать. Цифровая трансформация промышленного предприятия должна в обязательном порядке сопровождаться созданием корпоративной системы кибербезопасности. Это не исключает вероятность кибератаки, но значительно снизит риски ее наступления и позволит сократить затраты на восстановление производственных систем в случае кибератаки. Более того, предприятия, не имеющие систем защиты, более привлекательны для киберпреступников, а значит и вероятность наступления риска кибератаки в отношении таких предприятий более высокая¹³².

По информации консалтинговой компании Gartner, «расходы на обеспечение кибербезопасности во всем мире возросли с 101 млрд долл. США в 2017 г. до 124 млрд долл. США в 2019 г.»¹³³. Ежегодно затраты из-за кибератак и расходы на кибербезопасность увеличиваются: в 2014 г., «учитывая все виды затрат, киберпреступность обошла миру в диапазоне от 345 до 445 млрд. долл. США, или 0,62% от ВВП», к 2017 г. «эта цифра возросла до 445–608 млрд. долл. США, или 0,8% от ВВП»¹³⁴.

Стоимость преодоления последствий кибератаки отдельно взятым предприятием также значительна: «в США в среднем влияние одной кибератаки на чистую прибыль компании составляет 8 млн долл. США, а в целом по миру этот показатель равен 4 млн долл. США»¹³⁵. Е. И. Шумская и А. И. Шумская называют в качестве основных негативных последствий кибератак для предприятий следующие: «потеря интеллектуальной собственности и конфиденциальной информации; мошенничество в интернете и финансовые преступления, часто являющиеся результатом кражи как личной информации, так и деловой; затраты из-за перебоев в производстве или предоставлении услуг, а также снижение доверия к онлайн-деятельности компании; стоимость защиты сетей, страхования и восстановления деятельности компании после кибератаки, репутационный ущерб и риск ответственности компании»¹³⁶. Проблема восстановления после кибератаки усугубляется еще и тем, что «в среднем на обнаружение кибератаки уходит 200 дней. А после обнаружения этого факта требуется еще 70 дней на то, чтобы локализовать инцидент».

Несмотря на существенный экономический ущерб от кибератак на микро- и макроуровнях во всем мире, в 2020 г. в среднем только 33%

¹³¹ Мелешко, Ю.В. Цифровизация бизнес-моделей предприятий белорусского промышленного комплекса: направления, риски и инструменты / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ, 2021. – Вып. 13. – С. 61–70.

¹³² Мелешко, Ю.В. Риски перехода предприятий промышленного комплекса к цифровым бизнес-моделям в контексте Индустрии 4.0 / Ю.В. Мелешко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2021. – № 3 (84). – С. 101–110.

¹³³ Горнодобывающая промышленность, 2020 год. С запасом сил и ресурсов. Сентябрь 2020. 32 с. [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/mine-2020/mine-2020.pdf>.

¹³⁴ Шумская, Е.И. Цифровая экономика: вопросы безопасности и киберпреступления / Е.И. Шумская, А.И. Шумская // Философия хозяйства. – 2019. – №6. – С.167–175.

¹³⁵ Горнодобывающая промышленность, 2020 год. С запасом сил и ресурсов. Сентябрь 2020. 32 с. [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/mine-2020/mine-2020.pdf>.

¹³⁶ Шумская, Е.И. Цифровая экономика: вопросы безопасности и киберпреступления / Е.И. Шумская, А.И. Шумская // Философия хозяйства. – 2019. – №6. – С.167–175.

руководителей компаний «всерьез обеспокоены вопросами кибербезопасности»¹³⁷, по некоторым отраслям этот показатель оказывается еще меньше. Например, в 2020 г. лишь 12% руководителей предприятий металлургической и горнодобывающей отраслей высказали серьезную обеспокоенность вопросами кибербезопасности, в то же время за период 2018–2020 гг. количество зарегистрированных случаев утечки данных в горнодобывающих компаниях увеличилось в четыре раза¹³⁸.

Цифровизация промышленных предприятий усиливает риски технологической зависимости. Ни одна страна мира не обладает всеми необходимыми ресурсами (финансовыми, научными, кадровыми, материально-вещественными) в достаточном количестве, чтобы самостоятельно разработать все необходимые для цифровизации технологии. Крупнейшие экономики мира борются за лидерство в ключевых технологиях, что, однако, не исключает их участие в технологических трансферах и технологической кооперации. В связи с этим возникает необходимость найти оптимальный баланс между трансфером зарубежных технологий или их самостоятельной разработкой. С. Ю. Солодовников справедливо отмечает: «...необходимо, чтобы при оценке частных научных рекомендаций о модернизации экономики, развитии инновационных сетей и сетевых взаимодействиях обязательно проводилась комплексная экспертиза этой работы на предмет соответствия ее Конституции Республики Беларусь, белорусской экономической модели, приоритетным направлениям развития страны, патриотической идеологии, задачам модернизации нашей индустрии. Такая экспертиза требует высокого уровня научной квалификации и фундаментальных знаний»¹³⁹.

Еще одним риском, возникающим при внедрении промышленного Интернета вещей, является избыточность данных. Оцифровка производственных элементов и процессов позволяет собирать огромное количество данных, требующих соответствующих дорогостоящих систем хранения и инструментов аналитики. Однако далеко не все эти данные используются предприятиями для принятия решений. Как утверждают Б. Балдуччи, Д. Маринова (2018)¹⁴⁰, З. Сунь, Ю. Хо (2019)¹⁴¹ 80% больших данных в мире не структурированы. М. Джонс отмечает, что существует разница между данными, которые могут быть записаны, и данными, которые фактически записываются, а также между результатами анализа данных,

¹³⁷ Горнодобывающая промышленность, 2020 год. С запасом сил и ресурсов. Сентябрь 2020. 32 с. [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/mine-2020/mine-2020.pdf>.

¹³⁸ Горнодобывающая промышленность, 2020 год. С запасом сил и ресурсов. Сентябрь 2020. 32 с. [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/mine-2020/mine-2020.pdf>.

¹³⁹ Солодовников, С.Ю. Влияние изучения иностранного языка на национальную модель хозяйствования и национальную безопасность / С.Ю. Солодовников // Техничко-технологические проблемы сервиса. – Санкт-Петербургский Государственный экономический университет, 2020. – №3 (53). – С. 84–89.

¹⁴⁰ Balducci, B. Unstructured data in marketing / B. Balducci, D. Marinova // Journal of the Academy of Marketing Science. 2018. 46(4): 557–590. <https://doi.org/10.1007/s11747-018-0581-x>;

¹⁴¹ Sun, Z. The Spectrum of Big Data Analytics / Z. Sun, Y. Huo // Journal of Computer Information Systems. 2019. <https://doi.org/10.1080/08874417.2019.1571456>.

которые извлекаются, понимаются и используются для получения бизнес-преимуществ»¹⁴².

«... данные сами по себе не являются источником конкурентного преимущества, поскольку все фирмы могут собирать огромное количество данных из различных источников. Скорее, данные должны быть специально проанализированы и активированы. Тем не менее, компании сталкиваются с множеством проблем – организационных, финансовых, физических и человеческих ресурсов – в своих попытках создать конкурентные возможности за счет использования данных <...> и могут легко потерпеть неудачу в использовании преимущества аналитики данных <...>»¹⁴³, – пишут Д. Изабель, М. Вестерлунд, М. Мане и С. Леминен. Сегодня одной из ключевых проблем цифровизации промышленных предприятий остается формирование запроса со стороны самих предприятий на необходимую информацию, которая может быть получена из больших данных.

На примере горнодобывающих предприятий Э. Бжиччи, П. Гацковец и М. Либетрау так описывают проблему анализа больших данных: «В настоящее время горнодобывающие компании хорошо оснащены различными ИТ-системами (от класса решений SCADA до ERP), обеспечивая конвейер данных с разным типом информации и уровнем абстракции данных <...> Система мониторинга может записывать сотни показаний датчиков или PLC (переменные двоичного или реального типа) с коротким интервалом времени (секунды, миллисекунды); следовательно, прямой анализ необработанных данных бессмыслен с точки зрения аналитики процессов»¹⁴⁴. Указанные авторы приходят к правомерному выводу: «Следует уделять внимание аналитическим методам, которые обеспечивают не только анализ, ориентированный на данные, но, в первую очередь, возможность получить представление о процессах и превратить собранную информацию в ценные знания путем выявления неэффективности и отклонений процесса»¹⁴⁵. Иными словами, для успешной цифровизации бизнес-моделей промышленного предприятия нужно понимать, какая информация необходима для принятия решений исходя из производственных и управленческих задач. Решение этой проблемы кроется не только в развитии технологий аналитики больших данных (сегодня это одно из наиболее динамично развивающихся направлений ИТ-сектора), но и в развитии цифровой культуры (по точному замечанию Р. Фариша, вице-президента IDC Russia and CIS Region,

¹⁴² Jones, M. What we talk about when we talk about (big) data / M. Jones // Journal of Strategic Information Systems. 2019, 28(1): 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.10.005>.

¹⁴³ Isabelle, D. The Role of Analytics in Data-Driven Business Models of Multi-Sided Platforms: An exploration in the food industry / D. Isabelle, M. Westerlund, M. Mane, S. Leminen // Technology Innovation Management Review. – July 2020. – Vol. 10, Issue 7. – pp. 4–15.

¹⁴⁴ Brzychczy, E. Data Analytic Approaches for Mining Process Improvement – Machinery Utilization Use Case / E. Brzychczy, P. Gackowiec and M. Liebetrau // Resources 2020, 9, 17 p. doi:10.3390/resources9020017.

¹⁴⁵ Brzychczy, E. Data Analytic Approaches for Mining Process Improvement – Machinery Utilization Use Case / E. Brzychczy, P. Gackowiec and M. Liebetrau // Resources 2020, 9, 17 p. doi:10.3390/resources9020017.

«недостаток воображения»¹⁴⁶ зачастую не позволяет предприятиям использовать все преимущества цифровизации).

Цифровизация производства промышленных предприятий вносит изменения в трудовые отношения. Первое, на что обращают внимание ученые и эксперт в области промышленности – сокращение рабочих мест в следствие автоматизации. «В 2015 г. 48 тыс. механических рук были установлены на заводе "Хон Хай" и 2 тыс. – на заводах в Куншаве (Китай – *примечание Ю.М.*). В результате сокращению подверглись 60 тыс. рабочих. Компания электронной промышленности Evenween Precision Technology (Шэньчжень) в 2015 г. уволила 90% рабочих, заменив их роботами. Вместо 650 работников осталось 60. Выпуск продукции увеличился в 3 раза, а брак сократился в 5 раз – с 25 до 5%»¹⁴⁷, – приводят наглядные цифры Л. Г. Белова, О. М. Вихорева, С. Б. Карловская. В то же время, цифровизация рождает спрос на множество новых специалистов, что позволяет говорить не о сокращении рабочих мест, а об изменении структуры занятости в пользу творческого труда, сопровождающейся становлением новых форм занятости. М. Бреттель и его коллеги прогнозируют: «В ближайшем будущем трудовая деятельность изменится по содержанию, но все равно останется незаменимой, особенно с учетом адаптации, что приводит к растущей потребности в координации. <...> Операторы в цехах должны быть квалифицированными в принятии решений, таких как разделение распорядительной и исполнительной работы. Самоконтролирующие системы связываются через Интернет и человека, что меняет роль работников в направлении к координации решения проблем в случае непредвиденных событий»¹⁴⁸. Многие ученые обращают внимание на изменение требований к квалификации работников – возрастание роли разносторонних компетенций, коммуникативных навыков, самоорганизации и т. д., а также необходимости постоянного совершенствования компетенций. Л. В. Лapidус выделяет быстрое обесценивание знаний в качестве ключевого ограничителя развития Индустрии 4.0 сегодня и называет срок полураспада компетенций – 1,5 года¹⁴⁹.

Одним из неочевидных рисков цифровизации, проявляющийся все больше по мере ее углубления, является утеря критических навыков (deskilling). В. Рязанов пишет: «Наконец, нельзя исключать опасность, кажущуюся сегодня фантастической, когда новые технологии, выполняя функцию "умных помощников" и облегчая жизнь человека, лишат его самой потребности в развитии умственной деятельности и творческой

¹⁴⁶ Цифровизация горной отрасли: что нового мы узнали и каковы тенденции? Дэвид Пирс, SRK Consulting Ltd [Электронный ресурс] // Первый геологический канал. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=58DEM5ISsnc>.

¹⁴⁷ Белова, Л.Г. Индустрия 4.0: возможности и вызовы для мировой экономики / Л.Г. Белова, О.М. Вихорева, С.Б. Карловская // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2018. – №3. – С.167–183.

¹⁴⁸ How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective / M. Brettel, N. Friederichsen, M. Keller, M. Rosenberg // International Scholarly and Scientific Research & Innovation. – 2014. – 8(1). – 37–44.

¹⁴⁹ Белова, Л.Г. Индустрия 4.0: возможности и вызовы для мировой экономики / Л.Г. Белова, О.М. Вихорева, С.Б. Карловская // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2018. – №3. – С. 167–183.

активности»¹⁵⁰. Й. Лёев, Л. Абрахамссон и Я. Йоханссон указывают на противоречивость складывающихся тенденций в области трудовых отношений под влиянием цифровизации: «В то время как работники могут испытывать необходимость повышения квалификации для решения более теоретических, всеобъемлющих и коммуникативных задач, также может иметь место дескиллинг, характеризующийся фрагментацией профессиональных знаний и рабочих задач»¹⁵¹. Еще в конце прошлого века Л. Бейнбридж описал проблему автоматизации новых процессов: когда ручная задача автоматизирована, обычно бывшие ручные операторы становятся операторами новой системы; эти операторы могут хорошо работать в системе, потому что, ранее работая с ней, они имеют фундаментальное понимание технологии, которые они контролируют, однако следующее поколение операторов может не понимать этого¹⁵². Рассматривая проблему утери квалификации на примере горной промышленности, Й. Лёев и его коллеги поднимают вопрос о том, «как практические навыки горняка могут быть переданы программисту системы интеллектуальной горной промышленности. Многие операторы станков могут определить, есть ли проблемы с техническим обслуживанием, или почувствовать более эффективный способ повышения производительности, о котором не знает программист»¹⁵³. Цифровизация производства и бизнес-моделей промышленных предприятий предполагает оцифровку и использование в создании программных продуктах формализованных неявных знаний, которые, с большой вероятностью, будут утеряны при смене поколений работников¹⁵⁴.

Углубление цифровизации предприятий промышленного комплекса и переход к цифровым бизнес-моделям усиливает риски монополизации. Во-первых, цифровизация требует аккумулирования финансовых, кадровых, материально-технических средств, что более доступно для крупных предприятий промышленности. Техничко-технологическое усложнение процесса производства, следовательно, и его удорожание, делает средства производства (машины, технологии, информацию) для мелких производителей недоступными для приобретения в собственность. Последние вынуждены искать ренту у крупных предприятий, предлагая им инновационные решения или узкоспециализированные знания, навыки и умения. Во-вторых, несмотря на то, что сетевой характер производства изменяет взаимодействие между субъектами цепочки создания добавленной стоимости, крупные промышленные предприятия, фиксируя за собой

¹⁵⁰ Рязанов, В. От аналоговой к цифровой экономике: технологический детерминизм и экономическое развитие / В. Рязанов // Экономист. – 2019. – №6. – С.3–24.

¹⁵¹ Löw, J. Mining 4.0 – the Impact of New Technology from a Work Place Perspective / J. Löw, L. Abrahamsson, J. Johansson // Mining, Metallurgy & Exploration (2019) 36:701–707. <https://doi.org/10.1007/s42461-019-00104-9>.

¹⁵² Bainbridge, L. Ironies of automation / L. Bainbridge // Automatica 1983. 19(6):775–779. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(83\)90046-8](https://doi.org/10.1016/0005-1098(83)90046-8).

¹⁵³ Löw, J. Mining 4.0 – the Impact of New Technology from a Work Place Perspective / J. Löw, L. Abrahamsson, J. Johansson // Mining, Metallurgy & Exploration (2019) 36:701–707. <https://doi.org/10.1007/s42461-019-00104-9>.

¹⁵⁴ Мелешко Ю.В. Персонал как фактор, обуславливающий становление Индустрии 4.0 в горной промышленности / Ю.В Мелешко // Инновации: от теории к практике: сборник тезисов докладов VIII Международной науч.- практ. конф.; Брест, 21–22 октября 2021 г.; редкол.: В. В. Зазерская [и др.]. – Брест: Издательство БрГТУ, 2021. – 154 с. – С. 26–27.

собственность на технологии, сохраняют свои лидирующие позиции¹⁵⁵. Ранее, при исследовании вопроса децентрализации цифровых производственных систем, было указано на неравнозначность субъектов: «...общую стратегию развития цепочки создания добавленной стоимости и ключевые технологии, используемые при производстве товаров, по-прежнему определяют крупные промышленные предприятия»¹⁵⁶. В процессе цифровизации роль информации как фактора производства будет расти, следовательно, и экономическая мощь предприятий, владеющих технологиями ее сбора и обработки, тоже будет расти. Бывший министр экономики и энергетики Германии З. Габриэль подчеркнул, что «крупные данные, необходимые Индустрии 4.0, собираются не национальными компаниями, а четырьмя фирмами из Кремниевой долины»¹⁵⁷, выразив обеспокоенность таким положением вещей с точки зрения национальной экономической безопасности. Таким образом, более свободный доступ к ресурсам для цифровизации и собственность на технологии способствуют усилению тенденций монополизации в сетевом производстве Индустрии 4.0.

Киберфизическая производственная система и цифровые бизнес-модели повышают гибкость и адаптивность предприятия промышленного комплекса. В то же время, приобретая сверхдинамичность, такая сложная производственная система неизбежно теряет устойчивость (согласно закону иерархической компенсации Е. А. Седова – в сложной иерархически организованной системе рост разнообразия на верхнем уровне системы обеспечивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях, и наоборот, рост разнообразия на нижнем уровне разрушает верхний уровень организации). А. Мэйнард предостерегает: «По мере того, как все больше людей получают доступ ко все более мощным конвергентным технологиям, появляется сложный ландшафт рисков, который опасно выходит далеко за рамки существующих нормативных актов и систем управления. В результате мы рискуем создать глобальный "дикий запад" технологических инноваций, где наши благие намерения могут быть среди первых жертв»¹⁵⁸. Любые социально-экономические прогнозы носят вероятностный характер, однако следует согласиться с А. Мэйнардом в части необходимости изменения подходов к рискам: **«...без нового взгляда на риск, устойчивость и управление, а также без быстро появляющихся способностей выявлять ранние предупреждения и предпринимать корректирующие действия (выделено Ю.М.), шансы сохранения систем, основанных на конвергенции**

¹⁵⁵ Мелешко, Ю.В. К вопросу о децентрализации управления в Индустрии 4.0 / Ю.В. Мелешко // Экономика и инжиниринг: от теории к практике: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции; редкол. : Солодовников С. Ю. [и др.]. 28 мая 2020 г., г. Минск. Научное электронное издание / Белорусский национальный технический университет. – Электрон. текст дан. (объем 4 Мб). – Минск: БНТУ, 2020. – 415 с. – С.35–39.

¹⁵⁶ Мелешко, Ю.В. Направления и механизмы трансформации организационно-управленческой структуры производства в контексте новой индустриальной экономики / Ю. В. Мелешко // Право. Экономика. Психология. – 2019. – №3 (15). – С. 41–50.

¹⁵⁷ Хель, И. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? [Электронный ресурс] / И. Хель // Hi-News.ru. – Режим доступа: <https://hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>. – Дата доступа: 30.01.2021.

¹⁵⁸ Maynard, A.D. Navigating the Fourth Industrial Revolution / A.D. Maynard // Nature Nanotechnology. – 2015. – №10 (12). – pp. 1005–1006.

технологий, будут быстро снижаться, а шансы провала таких систем с треском – будут только возрастать»¹⁵⁹.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие инструменты и методы используются для развития Промышленного интернета вещей?
2. Какова роль государства в развитии Промышленного интернета вещей?
3. Как Германии удалось занять лидирующее положение в мире по развитию Промышленного интернета вещей?
4. Какие методы прямого и косвенного воздействия могут быть использованы для развития Промышленного интернета вещей?
5. Какие технические проблемы препятствуют развитию Промышленного интернета вещей?
6. Какие риски и угрозы на макро- и микроуровне возникают в следствии развития Промышленного интернета вещей?

[Вернуться к теме 7](#)

¹⁵⁹ Maynard, A.D. Navigating the Fourth Industrial Revolution / A.D. Maynard // Nature Nanotechnology. – 2015. – №10 (12). – pp. 1005–1006.

ТЕМА 8. РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Цель занятия: изучить предпосылки, условия и перспективы развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

Структура занятия:

8.1 Предпосылки развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

8.2 Этапы развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

8.3 Специфика развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

8.4 Роль Промышленного интернета вещей в повышении конкурентоспособности предприятий белорусского промышленного комплекса.

8.1 Предпосылки развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

Построение в Беларуси цифровой экономики, что относится к национальным приоритетам, связывают с дальнейшим развитием IT-сектора. За последние десять лет успешно реализованы две государственные программы, курируемые Министерством связи и информатизации Республики Беларусь: Национальная программа ускоренного развития услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий на 2011–2015 годы (была направлена на развитие инфраструктуры широкополосной связи в целях обеспечения максимального охвата населения и внедрения современных электронных услуг) и Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы (основное внимание в ней уделено дальнейшему улучшению волоконно-оптических сетей, охвата 3G/LTE, спутниковой связи, цифрового телевидения и облачных технологий).

В декабре 2017 года принят Декрет Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики», в 2018 г. создан Совет по развитию цифровой экономики во главе с Премьер-министром Республики Беларусь.

В качестве основной задачи определена цифровая трансформация экономики, т. е. «переход к новым формам организации деятельности современных предприятий с использованием наиболее продвинутых технических возможностей»¹⁶⁰. Реализуемые мероприятия по развитию цифровой экономики в Беларуси носят инфраструктурный характер и направлены на развитие средств связи, информационно-коммуникационных сервисов и услуг, в том числе развитие электронной торговли, формирования

¹⁶⁰ Выступление Министра связи и информатизации Попкова Сергея Петровича на Республиканском семинаре по цифровой экономике [Электронный ресурс] // Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.mpt.gov.by/sites/default/files/doklad-ministra.pdf>

единого информационного пространства для государства, бизнеса и граждан. Предусмотренные отраслевые проекты затрагивают социальные сферы деятельности: образование, здравоохранение, государственное управление. Предполагается, что общенациональный IT-кластер выступит «мощным технологическим ядром, главным составляющим которого станут централизованные и распределенные вычислительные ресурсы – супер- и квантовые компьютеры, облачные и периферийные вычисления (Cloud and Edge Computing), программное обеспечение, основное на системах искусственного интеллекта и предполагающее мощное обучение, сетевые ресурсы нового поколения, объединяющие большие данные (Big Data) и принципы построения нейросетей»¹⁶¹. Координация развития IT-сектора, активная государственная поддержка, в том числе за счет формирования государственного заказа на такие проекты, как создание Национальной системы безбумажной торговли, Национального портала открытых данных, Белорусской интегрированной сервисно-расчетной системы, безусловно способствует развитию информационно-коммуникационных технологий и цифровизации экономики Беларуси. Мировой опыт подтверждает, что столь капиталоемкие, интеллектуальноемкие и высокорисковые с точки зрения финансовой эффективности проекты не могут быть реализованы без государственной поддержки.

Однако развитие IT-сектора как инфраструктурной составляющей и цифровизация экономики являются необходимым, но не достаточным условием обеспечения конкурентоспособности национальной экономики Республики Беларусь, базирующуюся на промышленном производстве. Как нами уже отмечалось ранее, «...принятые в Республике Беларусь программные документы и нормативно-правовые акты в области цифровизации направлены на формирование базовой инфраструктуры: обеспечение доступа к интернету, развитие ключевых цифровых технологий («Интернет вещей», блокчейн, облачные технологии и пр.), развитие IT-сектора. Приоритетными видами деятельности для цифровизации выступают государственное управление, образование, здравоохранение. Такой подход к цифровизации экономики, на наш взгляд, вполне обоснован и эффективен на начальных стадиях цифровизации, поскольку может обеспечить необходимой инфраструктурой все отрасли экономики. Однако, учитывая, что ядром экономики Республики Беларусь выступает промышленный комплекс, целесообразно перенести акцент цифровой трансформации экономики именно на индустриальный сектор с вовлечением в решение данной проблемы бизнеса»¹⁶².

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года «укрепление промышленной базы предусматривается на основе модернизации

¹⁶¹ Шумилин, А. На надежном фундаменте инноваций / А. Шумилин // Белорусская думка. – 2019. – №12. – С. 13–21.

¹⁶² Анализ директивных и программных документов по цифровой индустриализации Российской Федерации и Республики Беларусь / Макарова И. В., Лепеш Г. В., Угольников О. Д., Мелешко Ю.В. // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2021. – № 1. – С. 150–172.

ее традиционных отраслей, интеграции в промышленный сектор информационных технологий нового поколения, совместного освоения со странами-стратегическими партнерами ключевых технологий с позиции встраивания в глобальные цепочки создания добавленной стоимости»¹⁶³. Наравне с разработкой брендов и наращиванием стоимости нематериальных активов, разработкой и опережающим развитием производства интегральных микросхем, повышением «качества машиностроительной продукции путем внедрения высокоточных технологий обработки», увеличением расходов на НИОКР и стимулированием инвестиций в основной капитал в приоритетных высокотехнологичных видах деятельности и пр. в качестве одной из мер формирования конкурентоспособного инновационного промышленного комплекса данной стратегией предусматривается «расширение использования в производстве цифровых, сетевых и интеллектуальных технологий, аналогичных немецкой концепции "Индустрии 4.0", китайской стратегии "Интернет +" и др.» [47, с. 51].

Отдельные элементы, являющиеся отличительными чертами Индустрии 4.0, предусмотрены в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, например: использование компьютерных методов проектирования одежды и обуви для текстильного и швейного производства; создание высокоинтеллектуальных систем управления карьерной техникой; использование современных методов электронного проектирования и виртуальных испытаний; внедрение интеллектуальных систем контроля и управления технологическими процессами на всех этапах производства автомобилестроения. Перечисленные мероприятия направлены на цифровизацию отдельных производственных процессов, при этом необходимость комплексной трансформации предприятий промышленности и перехода к цифровым бизнес-моделям не обозначена. Отсутствие единой методологической основы не позволило субординировать разрозненные мероприятия, каждое из которых представляется необходимым, и обозначить структурированный план развития промышленности.

Начиная с 2019 г. активную политику продвижения Индустрии 4.0 проводит Министерство экономики Республики Беларусь. По результатам реализации совместного проекта с Корейским институтом развития в рамках Программы обмена знаниями Республики Корея по теме «Цифровая трансформация национальной экономики» были разработаны рекомендации по цифровому преобразованию промышленного сектора Беларуси и предложения по их реализации для предприятий машиностроительной, нефтехимической и фармацевтической отраслей. На сегодняшний день одним из актуальных направлений деятельности Министерства экономики является

¹⁶³ Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года: протокол заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. №10 [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>.

«Развертывание полномасштабной цифровой трансформации национальной экономики», в рамках которого предусматриваются формирование смарт-индустрии Беларуси¹⁶⁴.

На выставке ТИБО–2019 (апрель 2019) впервые была публично озвучена идея создания единой платформы как «организационного инструмента взаимодействия государственного и частного секторов»¹⁶⁵. Уже в сентябре того же года на конференции в рамках Белорусского промышленно-инвестиционного форума была презентована организационно-технологическая платформа «Смарт-индустрия Беларуси», работа по формированию которой еще не окончена.

Предполагается, что «Смарт-индустрия» станет новым диалоговым инструментом, который ускорит внедрение принципиально новых для нашей страны бизнес-моделей, определения путей и способов проведения цифровой трансформации реального сектора экономики.

В рамках деятельности платформы планируется объединить усилия и интересы белорусских компаний и экспертов, которые являются носителями ключевых компетенций и готовы к сотрудничеству и взаимодействию в подготовке нормативно-правовой базы и стратегии для цифровизации экономики, реализации проектов материальной технической помощи, собственных инновационных проектов в области цифровой трансформации реального сектора.

Д. Крупский поясняет: «Структура смарт-платформы в белорусском варианте – это фактически три блока и семь тематических комитетов. Первый блок – производственные компании. Те, которые имеют наибольший ресурсный потенциал (финансовый и инновационный) – фармацевтика, приборостроение, включая машиностроение, и нефтехимия. Второй – инфраструктура – технопарки, бизнес-инкубаторы и другие организации, а также эксперты, которые могут оказывать консультационно-методологическую поддержку. Третий – научно-инновационный блок»¹⁶⁶. Перечень направлений деятельности платформы довольно широк: от поиска, привлечения, консолидации и организации сетевого взаимодействия участников платформы, разработки технологических стандартов и соответствующих нормативно-правовых актов до популяризации «новых бизнес-моделей, форм и методов организации управления производства с использованием элементов концепции "Индустрия 4.0"»¹⁶⁷. Взаимодействие между участниками платформы планируется осуществлять на договорной

¹⁶⁴ Организационно-практическая работа и нормотворческая деятельность. Комплексное развитие национальной инновационной системы [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.economy.gov.by/ru/krmic_org_ru-ru/.

¹⁶⁵ Малышиц, В. По мнению экспертов, цифровая трансформация — это единственное средство сохранения конкурентоспособности промышленного производства [Электронный ресурс] / В. Малышиц // Беларусь сегодня. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/razvitie-v-stile-smart.html/>.

¹⁶⁶ Положение об организационно-технологической платформе «Смарт-индустрия Беларуси» [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/proekt-Polozhenija.pdf>.

¹⁶⁷ Положение об организационно-технологической платформе «Смарт-индустрия Беларуси» [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/proekt-Polozhenija.pdf>.

основе в форме проведения совместных мероприятий (проектов), «направленных на содействие формированию и развитию перспективных сфер и направлений деятельности»¹⁶⁸, рабочих встреч и совещаний, а также предоставление участниками платформы в ответ на запросы Министерства экономики информации «в отношении различных аспектов формирования и развития смарт-индустрии в Республике»¹⁶⁹. Координатором платформы выступит Министерство экономики Республики Беларусь, которое и принимает решение о вхождении в состав участников платформы юридического или физического лица.

Одной из важнейших задач платформы «Смарт-индустрия Беларуси», является «определение площадок для демонстрации преимуществ использования элементов концепции "Индустрия 4.0" на базе действующих субъектов хозяйствования, являющихся участниками платформы». Приоритетными видами деятельности для пилотных проектов смарт-индустрии Министерством экономики Республики Беларусь были определены фармацевтика, приборостроение (включая машиностроение) и нефтехимия.

На сегодняшний день именно в этих отраслях организованы высокотехнологичные производства (V и VI технологических укладов), например: стерильная рассылка антибиотиков на ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов», сборка легковых автомобилей СЗАО «БЕЛДЖИ», создание искусственных клапанов сердца механических ОАО «Завод "Электронмаш"», производство интегральных микросхем ОАО «Интеграл». В этих же отраслях планируется реализация в ближайшие пять лет наиболее значимых инновационных проектов: строительство азотного комплекса на ОАО «Гродно Азот» (2020–2025), создание центра гибридной кардиохирургии в РНПЦ «Кардиология» (2019–2024), создание нового блока трансплантации костного мозга и стволовых клеток на базе Минского НПЦ хирургии, трансплантологии и гематологии (2020–2024), создание производства нового поколения автомобильных компонентов, соответствующих требованиям Евро-5, Евро-6 и выше для легкой, коммерческой, грузовой, сельскохозяйственной и специальной техники в ОАО «БАТЭ» (2020–2025)¹⁷⁰. Уже достигнутые успехи обуславливают наличие финансового и инновационного потенциала этих предприятий, необходимого для цифровой трансформации, что и предопределило их выбор.

В 2019 г. на базе Колледжа современных технологий в машиностроении и автосервисе (г. Минск) при финансовой поддержке Европейского союза начал работу первый на постсоветском пространстве сертифицированный учебный центр Festo (FACT) по технологиям «Индустрия 4.0» и мехатронике,

¹⁶⁸ Положение об организационно-технологической платформе «Смарт-индустрия Беларуси» [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/proekt-Polozhenija.pdf>.

¹⁶⁹ Положение об организационно-технологической платформе «Смарт-индустрия Беларуси» [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/proekt-Polozhenija.pdf>.

¹⁷⁰ Шумилин, А. На надежном фундаменте инноваций / А. Шумилин // Беларуская думка. – 2019. – №12. – С. 13–21.

осуществляющий обучение и переподготовку специалистов для Индустрии 4.0. Программа обучения предполагает получение компетенций по обслуживанию, диагностике, эксплуатации и программирования современных систем, включая робототехнические комплексы, и увязке их с экономическими процессами [54]. В будущем планируется выдавать международные сертификаты Festo (ФАСТ), которые признаются на более чем 200 000 предприятий по всему миру¹⁷¹.

8.2 Этапы развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

Республика Беларусь сегодня имеет развитую информационно-коммуникационную инфраструктуру мирового уровня. По Индексу развития ИКТ наша страна в 2017 г. заняла 32 место в мире, обойдя страны-соседи и партнеров по ЕАЭС (Латвия – 35 место, Литва – 41 место, Российская Федерация – 45 место, Польша – 49 место, Казахстан – 52, Армения – 75, Украина – 79, Кыргызстан – 109)¹⁷². «Показатели проникновения подвижной широкополосной связи в Беларуси являются одними из самых высоких в регионе СНГ. <...> Беларусь обладает самым высоким уровнем проникновения фиксированной широкополосной связи в регионе»¹⁷³, – отмечают эксперты Международного союза электросвязи. В 2020 г. количество абонентов сети Интернет на 100 человек населения в Беларуси составило 141 человек (в 2010 г. данный показатель составлял 57 человек), количество абонентов стационарного широкополосного доступа в сеть Интернет на 100 человек населения – 35 человек (в 2010 г. – 18 человек), а количество абонентов беспроводного широкополосного доступа в сеть Интернет на 100 человек населения – 93 человека (в 2011 г. – 19 человек).

В 2012 г. в Беларуси был создан первый инфраструктурный оператор СООО «Белорусские облачные технологии» (торговая марка «beCloud»). Создана и успешно функционирует Республиканская платформа, действующей на основе облачных технологий. Предлагаемые облачные решения на базе собственного дата-центра позволяют организациям (предприятие работает в секторе В2В) за счет переноса бизнес-процессов в облака сократить капитальные и эксплуатационные расходы, в первую очередь расходы на информационные технологии, обеспечить непрерывность бизнеса, повысить уровень безопасности и защиты данных. Облачные сервисы помогают организовать работу в офисе, работать с клиентской базой, сдавать налоговую отчетность, вести учет торговых и производственных операций.

¹⁷¹ В рамках проекта «Занятость, профессиональное образование и обучение в Беларуси» в Минске открыт учебный центр ФАСТ [Электронный ресурс] // Проекты в Беларуси при финансовой поддержке Европейского союза. – Режим доступа: <https://euprojects.by/ru/news/fact-training-centre-opens-in-minsk-under-the-employment-education-and-training-in-belarus-project/>.

¹⁷² Информационное общество в Республике Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. – 101 с.

¹⁷³ Отчет «Измерение информационного общества» за 2018 год. Женева, 2018 г. Том 2. 350 с. [Электронный ресурс] // ITU. – Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR_Vol_2_R.pdf/.

Облачная платформа создана для хранения и резервирования данных клиентов, предоставления удобного сетевого доступа к программным продуктам, приложениям, сервисам, системам хранения. Сервисы облачной платформы beCloud размещены и функционируют в Республиканском центре обработки данных (РЦОД), а также на базе Единой сети передачи данных (ЕРСПД).

Основным потребителем услуг данного оператора является государственный сектор. На Республиканской платформе обеспечивается: размещение программно-технических средств, информационных ресурсов и информационных систем; доступность государственных информационных систем для пользователей; хранение информации и мониторинг работоспособности информационных систем; защита информации от неправомерного доступа, уничтожения, копирования, распространения и (или) предоставления информации с момента ее поступления на РП и до момента ее передачи в соответствующую информационную систему или информационный ресурс¹⁷⁴. Сегодня уже осуществляется перенос IT-систем всех государственных органов на Республиканскую облачную платформу, функционируют система защищенной электронной почты Mailgov, система межведомственного документооборота, система электронного документооборота, общегосударственная автоматизированная информационная система¹⁷⁵.

Создание Республиканской облачной платформы, представляющей собой программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий хранение и резервирование данных клиентов, предоставление повсеместного и удобного сетевого доступа к программным продуктам, приложениям, сервисам, системам хранения, стало первым шагом к широкомасштабному распространению информационных технологий, Интернета вещей в частности, в Республике Беларусь.

Еще одним направлением создания инфраструктуры Интернета вещей стало создание мобильным оператором Velcom (A1) первой в Беларуси и одной из первых в Европе узкополосной сети для Интернета вещей «NB-IoT» (Narrow Band Internet of Things).

В октябре 2017 г. было выдано разрешение на коммерческий запуск данной сети. Эта технология была разработана в 2016 г. для обмена данными между цифровыми устройствами. Ее преимуществами являются большая емкость сети, высокое проникновение сигнала (стандарт NB-IoT до 30 раз превосходит технологии M2M-связи по уровню проникновения сигнала), широкая область применения (от внедрения интеллектуальных городских систем до управления домашними устройствами), экономичность (небольшое энергопотребление и низкая стоимость датчиков и счетчиков) и

¹⁷⁴ Республиканская платформа [Электронный ресурс] // Совместное общество с ограниченной ответственностью «Белорусские облачные технологии». – Режим доступа: <http://becloud.by/activities/tp/>.

¹⁷⁵ Перенос IT-систем государственных органов на Республиканскую облачную платформу [Электронный ресурс] // Совместное общество с ограниченной ответственностью «Белорусские облачные технологии». – Режим доступа: <http://tp.becloud.by>.

энергоэффективность. Использование «NB-IoT» поможет ускорить переход на цифровые устройства, используемые как в потребительском, так и в промышленном секторе.

МТС развивает собственную NB-IoT сеть в Беларуси с 2017 года. В рамках пилотных проектов счетчики для удаленного мониторинга потребления газа установлены на объектах газоснабжения Минска, Витебска, Могилева, Гродно, Бреста и Брестской области. Интернет вещей помогает также проводить учет использования воды и электроэнергии в Минске, Гомеле, Бресте и Гродно. Совместно с "БелОМО" начат выпуск счетчиков учета газа с возможностью удаленного мониторинга данных. На одном из сельхозпредприятий Витебской области с помощью "умных" ошейников со встроенными датчиками, подключенными к сети NB-IoT от МТС, был реализован пилотный проект по дистанционному мониторингу основных показателей здоровья коров. А в Минске к Интернету вещей подключен сервис шеринга электросамокатов¹⁷⁶.

МТС продолжает расширять покрытие сети для Интернета вещей в Беларуси. Связью по стандарту NB-IoT обеспечены Минск, областные центры и города с населением более 50 тысяч человек. Технология NB-IoT от МТС стала доступна во всех крупнейших городах страны. Помимо Минска и областных центров, сплошным покрытием сети обеспечены Бобруйск, Барановичи, Борисов, Пинск, Орша, Мозырь, Солигорск, Полоцк, Новополоцк, Лида, Молодечно, Жлобин, Светлогорск, Речица, Жодино, Слуцк, Кобрин и другие. Подключиться к сети NB-IoT теперь можно на территории 43 городов и 165 населенных пунктов Беларуси. В настоящий момент идет планомерное расширение площади действия сети NB-IoT от МТС в сельской местности. Так, в зоне уверенного приема сигнала уже находится весь Минский район. Также проводятся работы по улучшению покрытия в труднодоступных местах столицы, таких как подвалы и цокольные этажи зданий.

Белорусские предприятия, заинтересованные в эффективном учете расходования энергоресурсов, получили возможность подключиться к системе «Софит», работающей на сети «Интернета вещей» от А1. В основе этого решения лежат интеллектуальные сенсоры и приборы учета тепло- и водопотребления, оснащенные SIM-картами А1 для обмена данными с платформой. Новое решение позволяет наладить контроль за расходованием энергоресурсов и мониторинг их текущего потребления с разбивкой по времени, группам потребителей и т. д. Кроме того, система позволяет следить за исправностью приборов учета тепло- и водопотребления, фиксировать попытки вмешательства в их работу, а также оценить эффективность внедрения различных решений для экономии энергопотребления. При этом подключение к платформе «Софит» через NB-IoT от А1 отличается простотой и эффективностью за счет большой емкости сети и высокого проникновения

¹⁷⁶ Предприятия более чем 40 крупных городов Беларуси могут подключаться к сети для интернета вещей [Электронный ресурс] // БЕЛТА – Новости Беларуси. – Режим доступа: <https://www.belta.by/tech/view/predpriyatija-boleechem-40-krupnyh-gorodov-belarusi-mogut-podkljuchatsja-k-seti-dlja-interneta-veschej-466985-2021/>.

сигнала (передача данных стабильно работает даже в подвальных помещениях, зданиях с толстыми стенами и перекрытиями и других труднодоступных местах). Еще одним преимуществом решения от А1 является невысокая стоимость оборудования (датчиков и счетчиков) и низкий уровень энергопотребления. В настоящее время к платформе «Софит» через сеть NB-IoT от А1 подключено более 100 различных объектов в Минске и Гродно¹⁷⁷.

Как и во многих других странах мира одной из первых сфер внедрения Интернета вещей в экономику Беларуси стала жилищно-коммунальная сфера. В г. Минске подключены более 60 тыс. «умных» фонарей (что составляет около 60%)¹⁷⁸. С помощью SIM-карт мобильного оператора Velcom (А1) осуществляется дистанционное включение, выключение и передача данных о текущем состоянии фонарей. Мобильная связь также используется для управления уличным светом вдоль крупных магистралей, в том числе вдоль трассы до Национального аэропорта «Минск», подсветки зданий г. Минска. По сравнению со стационарными линиями связи или радиосетью использование мобильного сети отличается простотой и низкими затратами. Представитель УП «Мингорсвет» А. Ширяков отмечает: «Если для того, чтобы поддерживать собственную радиосеть, нам нужно обслуживать габаритное оборудование, которое занимает отдельное помещение, то для управления 500 подстанциями с помощью SIM-карт нам достаточно одного компактного модема. Новые технологии повышают эффективность управления системой, а также сокращают капитальные и эксплуатационные затраты»¹⁷⁹.

Система электронного сбора платы за проезд в Республике Беларусь (BelToll) также является примером успешного использования Интернета вещей в Беларуси. Электронная система сбора платы за проезд действует на территории Республики Беларусь с 1 июля 2013 г. Данная технология позволяет пользователям оплачивать проезд без остановки транспортных средств в пунктах сбора оплаты за счет технологии специализированной радиосвязи на коротких расстояниях. Над полотном дорог, входящих в систему BelToll, размещаются металлические порталы сбора платы, оснащенные приемопередатчиками, которые обеспечивают обмен информацией с бортовым устройством, установленным на лобовом стекле транспортного средства. Прямая связь между бортовым устройством в автомобиле и порталом сбора платы обеспечивает полностью автоматический расчет суммы оплаты за проезд по определенному участку платной дороги, когда транспортное средство проходит под порталом сбора платы¹⁸⁰.

¹⁷⁷ А1 начал продажи оборудования для построения сети «интернета вещей» [Электронный ресурс] // Унитарное предприятие «А1». – Режим доступа: <https://www.a1.by/ru/company/news/a1-nachal-prodazhi-oborudovaniya-dlya-postroeniya-seti-interneta-veschej/p/internet-veschej>.

¹⁷⁸ Уличное освещение в Минске переходит на M2M-технологии [Электронный ресурс] // REALT.BY. – Режим доступа: <https://realt.by/news/article/17584>.

¹⁷⁹ Уличное освещение в Минске переходит на M2M-технологии [Электронный ресурс] // REALT.BY. – Режим доступа: <https://realt.by/news/article/17584>.

¹⁸⁰ О системе [Электронный ресурс] // Система электронного сбора платы за проезд в Республике Беларусь. – Режим доступа: <http://beltoll.by/index.php/beltoll-system>.

Еще одним примером использования Интернета вещей в Беларуси является система контроля кассового оборудования (СККО), внедряемая под руководством Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь и позволяющая осуществлять контроль за фискальными платежами в режиме реального времени. СККО предназначена для учета и регистрации используемого в республике кассового оборудования, организации дистанционного контроля за выручкой субъектов предпринимательской деятельности, регистрируемой кассовым оборудованием, которое они используют при осуществлении продаж (оказании услуг), а также мониторинга состояния кассового оборудования.

Базовым звеном данной системы контроля является центр обработки данных, который обеспечивает учет сведений о владельцах кассового оборудования, об используемом кассовом оборудовании, сбор, обработку и хранение информации обо всех событиях по приему/выдаче наличных/безналичных денежных средств при продаже товаров (оказании услуг), совершаемых с использованием кассового оборудования, зарегистрированного в СККО, а также обеспечивает предоставление доступа к информации налоговым (контролирующим) органам и владельцам кассового оборудования. Передачу информации по GSM-сети в центр обработки данных о работе кассового оборудования выполняет специально созданное электронное устройство «Средство контроля налоговых органов». Информационный обмен в GSM-сети осуществляется путем использования цифрового стандарта GPRS с применением специально разработанных протоколов обмена, а также механизмов и средств защиты передаваемых данных. По состоянию на май 2017 г. 11 тыс. кассовых аппаратов подключены к СККО¹⁸¹. С 1 февраля 2018 г. наличные денежные средства и (или) банковские платежные карточки принимаются с использованием кассового оборудования с установленным средством контроля налоговых органов¹⁸².

8.3 Специфика развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

На сегодняшний день в Республике Беларусь наблюдается отставание промышленного сектора (по сравнению с иными секторами экономики) в вопросах цифровизации. По результатам 2019 г. на долю добывающей и обрабатывающей промышленности пришлось 15,46% промежуточного спроса на ИКТ-услуги (услуги телекоммуникационные, услуги в области

¹⁸¹ О системе контроля кассового оборудования [Электронный ресурс] // СККО. – Режим доступа: <http://skko.by/about-system>.

¹⁸² О сроках подключения кассового оборудования юридическими лицами, осуществляющими деятельность в городах областного подчинения и г. Минске, к СККО [Электронный ресурс] // Министерство по налогам и сборам Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nalog.gov.by/ru/sistema-kontrolya-kasovogo-oborudovaniya/view/r-0-sroках-podključenija-kassovogo-oborudovaniya-juridicheskim-litsami-osuschestvlyajuschimi-dejatelnost-v-28200/>.

компьютерного программирования, консультационные и аналогичные услуги, услуги в области информационного обслуживания)¹⁸³.

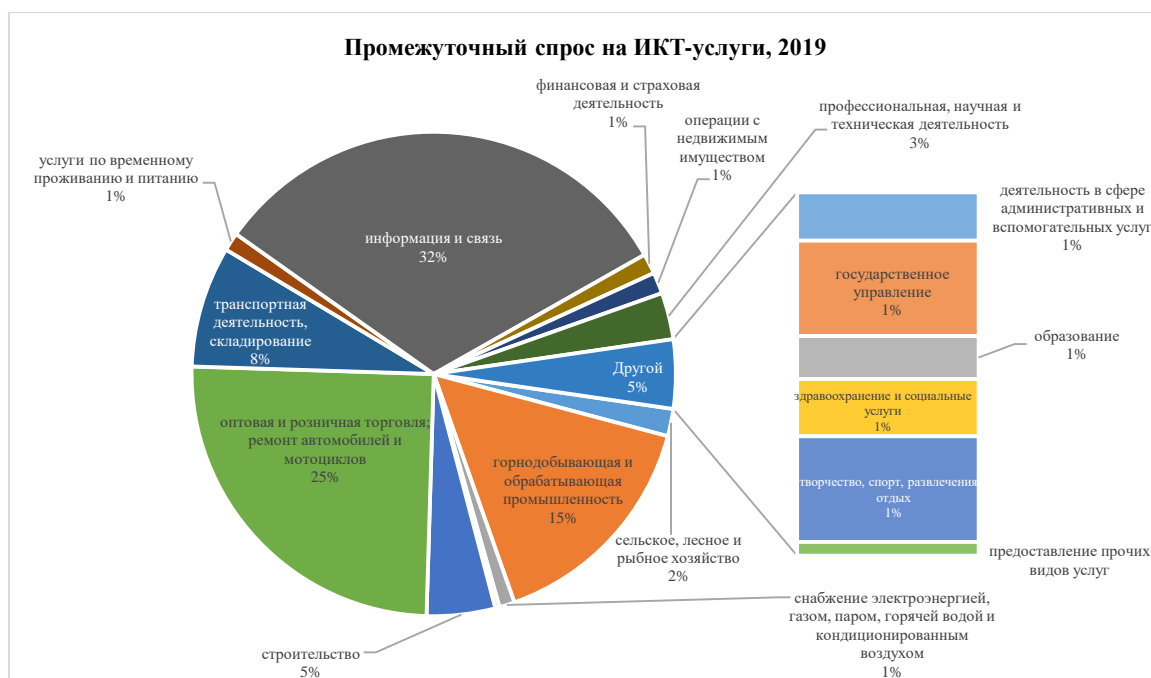


Рис. 8. 1. – Структура потребления ИКТ-услуг (в основных ценах) по видам экономической деятельности в 2019 г. в Республике Беларусь.

Источник: [184].

Объем потребляемых отдельными видами экономической деятельности добывающей и обрабатывающей промышленности ИКТ-услуг, а также структура потребления представлены на рисунке 2. Условно, исходя из объемов потребления ИКТ-услуг, виды экономической деятельности добывающей и обрабатывающей промышленности можно разделить на три группы. Первую группу составляют виды экономической деятельности, потребляющие наибольшее количество ИКТ-услуг – производство продуктов питания, напитков и табачных изделий, производство электрооборудования и производство прочих готовых изделий. Абсолютным лидером по потреблению ИКТ-услуг в промышленности выступает производство продуктов питания, напитков и табачных изделий: 134,8 млн. руб., то есть около 40,2% всех потребляемых добывающей и обрабатывающей промышленностью ИКТ-услуг. На втором месте по объемам потребления рассматриваемых услуг, с более чем трехкратным отставанием (38,2 млн. руб.), – производство электрооборудования, на долю которого приходится около 11,4% всех потребляемых добывающей и обрабатывающей промышленностью ИКТ-услуг. За ним следует производство прочих готовых

¹⁸³ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁸⁴ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

изделий, которое в 2019 г. потребило ИКТ-услуг на сумму 28,9 млн. руб., что составило 8,6% всех потребляемых добывающей и обрабатывающей промышленностью ИКТ-услуг¹⁸⁵.

Вторую группу составляют виды экономической деятельности, потребившие в 2019 г. ИКТ-услуг на сумму от 10 до 16 млн. руб.: производство химических продуктов (15,3 млн. руб.); производство текстильных изделий, одежды и меховых изделий (12,3 млн. руб.); производство кокса и продуктов нефтепереработки (11,1 млн. руб.); производство продуктов обработки древесины, изделий из дерева и пробки, кроме мебели, изделий из соломки и материалов для плетения (10,2 млн. руб.); производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства (10,1 млн. руб.)¹⁸⁶.

Третья группа, наиболее многочисленная, состоит из видов экономической деятельности, потребляющих ИКТ-услуг на сумму менее 10 млн. руб.: производство прочих неметаллических минеральных продуктов (9 млн. руб.); добыча сырой нефти и природного газа (8,5 млн. руб.), ремонт, монтаж машин и оборудования (7,3 млн. руб.); производство машин для сельского и лесного хозяйства (6,8 млн. руб.); производство резиновых и пластмассовых изделий (6,7 млн. руб.); металлургическое производство (6,4 млн. руб.); производство готовых металлических изделий (6,2 млн. руб.); производство целлюлозы, бумаги и изделий из бумаги (5,4 млн. руб.); производство прочих транспортных средств и оборудования (4,8 млн. руб.); производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры (4,8 млн. руб.); производство основных фармацевтических продуктов и фармацевтических препаратов (4,8 млн. руб.); производство автомобилей, прицепов и полуприцепов (4,6 млн. руб.); полиграфическая деятельность (3,8 млн. руб.); производство кожи, меха, изделий из кожи, кроме одежды, и производство обуви (1,6 млн. руб.); добыча прочих полезных ископаемых (0,9 млн. руб.)¹⁸⁷.

¹⁸⁵ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁸⁶ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁸⁷ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.



Рис. 8.2 – Потребление ИКТ-услуг добывающей и обрабатывающей промышленностью (в основных ценах, тыс. руб.) по видам экономической деятельности в 2019 г. в Республике Беларусь. Источник: [188].

¹⁸⁸ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

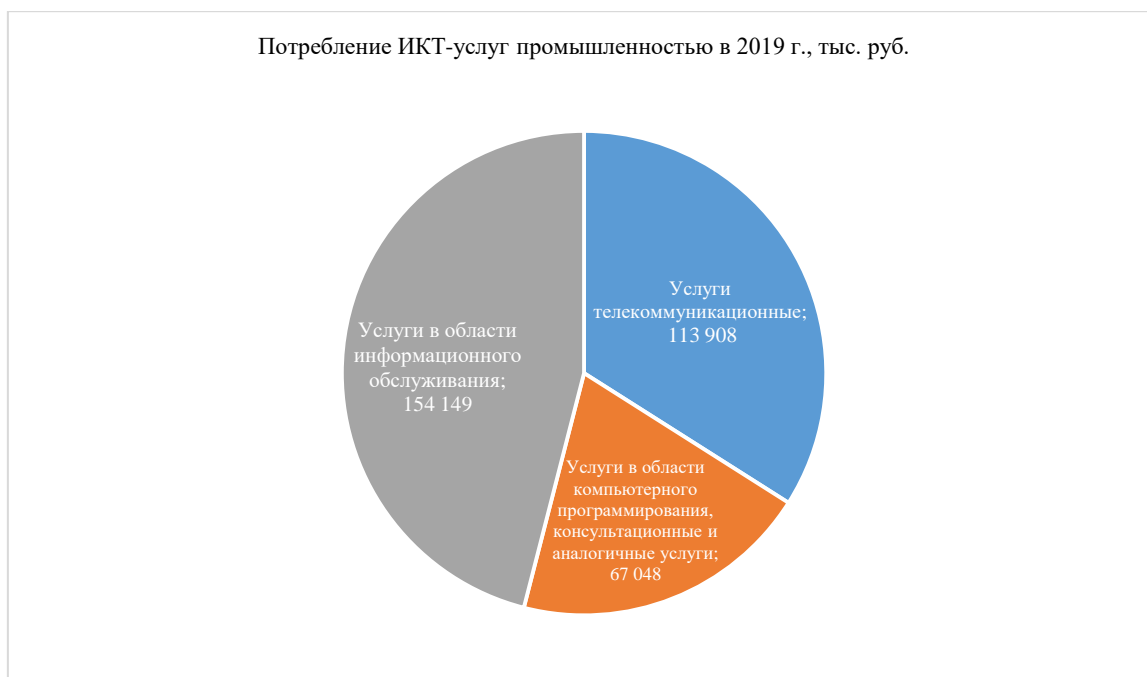


Рис. 8.3 – Структура потребления ИКТ-услуг добывающей и обрабатывающей промышленностью (в основных ценах, тыс. руб.) в 2019 г. в Республике Беларусь. Источник: [189].

Что касается структуры потребления ИКТ-услуг промышленностью в Республике Беларусь (рисунок 8.3), то чуть меньше половины приходится на услуги в области информационного обслуживания (в 2019 г. – 154,1 млн. руб.)¹⁹⁰, то есть на услуги по обработке данных и размещению информации, услуги поисковых порталов, услуги по предоставлению информации¹⁹¹. Около одной трети потребляемых промышленностью ИКТ-услуг составляют телекоммуникационные услуги (в 2019 г. – 113,9 млн. руб.). Наименьшую долю в структуре потребления ИКТ-услуг промышленностью занимают услуги в области компьютерного программирования, консультационные и аналогичные услуги (а именно: услуги в области разработки, модификации, тестирования и обеспечения технической поддержки программного обеспечения, планирования и проектирования компьютерных систем, объединяющих компьютерное аппаратное оборудование, программное обеспечение и коммуникационные технологии, непосредственного

¹⁸⁹ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁹⁰ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁹¹ Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Виды экономической деятельности». ОКРБ 005-2011 (с изменениями № 1-5). Минск: Госстандарт. 364 с. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/klassifikatory/obschegosudarstvennyye-klassifikatory-respubliki-belarus-ispolzuemye-dlya-zapolneniya-gosudarstvennoi-statisticheskoi-otchetnosti/obschegosudarstvennyi-klassifikator-okrb-005-2011-vidy-ekonomicheskoi-deyatelnosti/>.

управления и эксплуатации компьютерных систем клиента и (или) средств обработки данных и т.п.¹⁹²).

Исходя из содержания цифровой трансформации промышленности, предполагающей не просто автоматизацию производственных процессов благодаря цифровым технологиям, но и использование данных, получаемых от цифрового слоя, в ежедневной деятельности предприятия, следует вывод: чем выше в структуре потребления ИКТ-услуг доля услуг в области компьютерного программирования и информационного обслуживания, тем больше степень цифровизации. Преобладание в структуре потребления белорусской промышленности услуг в области информационного обслуживания и услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных услуг (около 2/3) свидетельствует о тенденции цифровизации промышленного производства, услуг и бизнес-моделей. Вместе с тем, следует учитывать неоднородность промышленности по данному показателю.

Те виды экономической деятельности, которые являются лидерами по объему потребления ИКТ-услуг среди промышленности в натуральных показателях, характеризуются преобладанием в структуре потребления ИКТ-услуг именно услуг в области информационного обслуживания и услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных услуг. При производстве продуктов питания, напитков и табачных изделий 67% потребляемых ИКТ-услуг приходится на услуги в области информационного обслуживания и услуги в области компьютерного программирования, консультационные и аналогичные услуги, при производстве электрооборудования – 87%, при производстве прочих готовых изделий – 81%¹⁹³.

Высоким показателем доли услуг в области информационного обслуживания и услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных услуг в структуре потребления ИКТ-услуг в 2019 г. отличилось производство кокса и продуктов нефтепереработки, хотя в натуральных показателях данный вид экономической деятельности и не является лидером среди отраслей промышленности по потреблению ИКТ-услуг. Услуги в области информационного обслуживания и услуги в области компьютерного программирования, консультационные и аналогичные услуги занимают относительно невысокую долю в структуре потребления ИКТ-услуг машиностроением (хотя именно эта отрасль является лидером национального промышленного комплекса Республики Беларусь): производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин

¹⁹² Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Виды экономической деятельности». ОКРБ 005-2011 (с изменениями № 1-5). Минск: Госстандарт. 364 с. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/klassifikatory/obschegosudarstvennyye-klassifikatory-respubliki-belarus-ispolzuemye-dlya-zapolneniya-gosudarstvennoi-statisticheskoi-otchetnosti/obschegosudarstvennyi-klassifikator-okrb-005-2011-vidy-ekonomicheskoi-deyatelnosti/>.

¹⁹³ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

для сельского и лесного хозяйства – 30%, производство автомобилей, прицепов и полуприцепов – 40%, производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры – 43%. Такие виды экономической деятельности, как производство целлюлозы, бумаги и изделий из бумаги (25%) и полиграфическая деятельность (19%) характеризуются низкой долей потребления услуг в области информационного обслуживания и услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных услуг¹⁹⁴ (рисунок 8.4).



Рис. 8.4 – Структура потребления ИКТ-услуг добывающей и обрабатывающей промышленностью (в основных ценах, тыс. руб.) в 2019 г. в Республике Беларусь по видам экономической деятельности. Источник: [195].

В Республике Беларусь сформирован развитый ИКТ-сектор, ориентированный на экспорт. В 2019 г. ИКТ-услуг было экспортировано на сумму более 5 млрд. бел. руб., что более чем в два раза превышает внутренний спрос на ИКТ-услуги (2,2 млрд. бел. руб.). При этом, однако, почти одна треть потребляемых промышленностью ИКТ-услуг – это импортируемые услуги: добывающей и обрабатывающей промышленностью в 2019 г. было потреблено ИКТ-услуг на сумму 343,6 млн. руб., из которых 109,9 млн. руб. было импортировано. Из импортируемых ИКТ-услуг, потребляемых белорусской промышленностью, большая часть приходится на услуги в области информационного обслуживания (43 млн. руб., что составляет около

¹⁹⁴ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁹⁵ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

40%). Импорт услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных услуг для промышленности составил в 2019 г. 27,9 млн. руб. (25%), а телекоммуникационных услуг – 38,8 млн. руб. (35%)¹⁹⁶.

Сегодня в Республике Беларусь Индустрия 4.0 не определена в качестве приоритетного направления развития экономики. Несмотря на то, что отдельные мероприятия, способствующие формированию Индустрии 4.0 (а именно: расширение использования в производстве цифровых, сетевых и интеллектуальных технологий, развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры и инфраструктуры информатизации, цифровизация образования, здравоохранения и государственного управления, интеграции в промышленный сектор информационных таких технологий нового поколения, как компьютерное проектирование, интеллектуальные системы контроля и управления), предусмотрены различными государственными программами развития, единого подхода к цифровизации промышленного сектора Республики Беларусь на сегодняшний день не разработано. Отсутствие единой методологической основы не позволяет субординировать разрозненные мероприятия, каждое из которых представляется необходимым, и выстроить структурированный план развития Индустрии 4.0 в Беларуси. Успешная реализация предусмотренных государственными программами мероприятий, охватывающих развитие цифровой инфраструктуры, цифровизацию государственного управления, образования и здравоохранения и развитие технологий цифровизации отдельных производственных процессов, может стать основой, однако не обеспечит переход белорусской промышленности к Индустрии 4.0. Адресная поддержка отдельных технологий Индустрии 4.0, оказываемая в рамках реализации инновационной политики Республики Беларусь, также не сможет обеспечить полномасштабную цифровую трансформацию производства, услуг и бизнес-моделей предприятий промышленного комплекса. В контексте Индустрии 4.0 развитый ИТ-сектор является необходимым, но не достаточным условием обеспечения конкурентоспособности национальной экономики Республики Беларусь, имеющей индустриальную направленность.

На практике технологии Индустрии 4.0 в Беларуси используют преимущественно для совершенствования отдельных технологических или управленческих процессов. Несмотря на имеющийся успешный опыт, фрагментарность использования технологий четвертой промышленной революции, отсутствие стратегии комплексной цифровой трансформации предприятий, неготовность кадров тормозят переход национального промышленного комплекса к Индустрии 4.0¹⁹⁷.

¹⁹⁶ Система таблиц «Затраты-Выпуск» за 2019 год. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_28820/.

¹⁹⁷ Мелешко, Ю.В. Проблемы становления Индустрии 4.0 в Республике Беларусь / Ю.В. Мелешко // Опыт и перспективы управления деятельностью хозяйствующих субъектов и публичных образований : материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, 15 сентября 2021 г. / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

В целом же специалисты отмечают, что для распространения Интернета вещей на белорусском рынке уже сегодня имеется достаточное количество устройств Интернета вещей (датчиков, сенсоров), коммуникационных сетей и центров обработки данных, однако не хватает программных продуктов, направленных на решение задач бизнеса – готовых сервисов. Есть источники больших данных, средства сбора и хранения больших данных, однако системы анализа этих данных разработаны недостаточно.

В белорусской производственной практике внедрение технологий Индустрии 4.0 носит локальный характер. М. Зубов, директор ООО «Сименс Технологии», отмечает: «Наиболее восприимчивы к внедрению "Индустрии 4.0" те белорусские предприятия, которые уже работают на международном рынке и чувствуют давление конкурентов. Дискретные производства, автомобилестроение, станкостроение, например, чуть более восприимчивы к новым цифровым проектам, чем непрерывные процессы вроде химии и нефтехимии. Возможно, нишевые и локальные компании пока не так остро чувствуют необходимость внедрения цифровых технологий и новых бизнес-моделей»¹⁹⁸. Цифровые технологии для совершенствования отдельных технологических процессов в большей или меньшей степени используются предприятиями белорусской промышленности.

8.4 Роль Промышленного интернета вещей в повышении конкурентоспособности предприятий белорусского промышленного комплекса.

Сегодня в Беларуси имеется успешный опыт использования Промышленного интернета вещей предприятиями. Например, ОАО «БелАЗ» оснащает свои изделия датчиками износа, что позволяет, с одной стороны, осуществлять своевременное техническое обслуживание сложных технических изделий, планировать закупку запчастей и ремонт, с другой – с учетом полученной информации об эксплуатации машин вносить необходимые изменения в конструкторские решения, тем самым повышая качество производимой продукции¹⁹⁹.

Успешным можно считать опыт ОАО «БЕЛАЗ», на сегодняшний день сумевшие организовать гибкое производство по всем технологическим переделам за счет информационных технологий и оборудования с программным управлением. Это позволило минимизировать длительность производственного цикла и быстро переходить от производства одних изделий к другим, наиболее востребованным в данный момент на рынке. Карьерные самосвалы оборудуются многофункциональной системой диагностики и управления оборудованием, которая является основой для дальнейшей

Экономический факультет [и др. ; под научной редакцией К. В. Павлова, Д. В. Кондратьева]. – Ижевск : Шелест, 2021. – 311 с. – С. 165–173.

¹⁹⁸ Смарт или не смарт – вот в чем вопрос [Электронный ресурс] // Нефтехимия. Новости. – Режим доступа: <https://belchemoil.by/news/it-tehnologii-v-neftehimii-smart-ili-ne-smart-vot-v-chem-vopros>.

¹⁹⁹ Мелешко, Ю.В. Промышленный интернет вещей как услуга промышленного характера/ Ю.В. Мелешко// Инновации: от теории к практике. VI Международная научно-практическая конференция (г. Брест, 5– 7 октября 2017 года): сборник научных статей; редкол. : А. М. Омелянюк [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2017. – С. 221–223.

роботизации, а также эффективным средством диагностики и обслуживания. По словам Генерального директора Белорусского автомобильного завода П. Пархомчика, «самосвалы оборудованы сотнями сенсоров, генерирующими в год терабайты информации в режиме реального времени. Это позволяет отслеживать качество работы карьерной техники в любой точке планеты. Обработать такой массив информации без современных технологий очень сложно. <...> Собранные данные, предиктивная аналитика и технологии машинного обучения позволят нам уже в обозримом будущем предоставлять нашим клиентам совершенно новые интеллектуальные сервисы по повышению эффективности эксплуатации карьерных самосвалов, прогнозной аналитике и переходить к обслуживанию не по регламенту, а по требованию». В ОАО «БЕЛАЗ» удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции в 2019 год составил 51,8%²⁰⁰.

Следуя тенденциям мирового рынка карьерной техники и горнодобывающей промышленности, ОАО «БЕЛАЗ» активно осваивает технологию беспилотного транспорта. «Предприятием совместно с российской компанией разработаны, изготовлены и отгружены потребителю два карьерных самосвала БЕЛАЗ-7513R грузоподъемностью 136 тонн с интеллектуальной роботизированной системой управления, – рассказывают представители компании. – Проходят испытания и помощник роботизированного карьерника – первый образец фронтального погрузчика БЕЛАЗ-78250 с дистанционным управлением. Сопутствующим роботизации направлением, которое развивают на БЕЛАЗе, является внедрение на добывающих предприятиях цифровизации производства, а точнее, системы "Интеллектуального карьера" с роботизированной карьерной техникой "БЕЛАЗ"²⁰¹. Над проектом «Интеллектуальный карьер» ОАО «БЕЛАЗ» работают совместно с резидентом российского технопарка «Сколково» компания «Вист Групп». Разработка беспилотной карьерной техники нового поколения, функционирующей на основе 5G, осуществляется при участии белорусского оператора облачных технологий beCloud и испытывается на полигоне предприятия. «Благодаря технологии 5G связь стала гораздо лучше, мы смогли повысить качество камер и передавать гораздо больше информации с меньшей задержкой»²⁰², – отмечают разработчики. Следующим этапом тестирования беспилотной карьерной техники на базе 5G планируется создание автономной тестовой сети на карьере в Микашевичах. Выстраивая сотрудничество с инновационными предприятиями в сфере ИКТ, ОАО «БЕЛАЗ» расширяет свою товарную линейку, переходя от простой реализации производимой техники к оказанию комплексных услуг в сфере горнодобывающей промышленности.

²⁰⁰ БЕЛАЗ: стратегия непрерывного совершенствования [Электронный ресурс] // БЕЛАЗ. – Режим доступа: <http://belaz.by/press-centre/belaz-strategy-of-continuous-improvement/>.

²⁰¹ БЕЛАЗ: стратегия непрерывного совершенствования [Электронный ресурс] // БЕЛАЗ. – Режим доступа: <http://belaz.by/press-centre/belaz-strategy-of-continuous-improvement/>.

²⁰² Матиевский, М. «Скачок на десятки лет вперед» – в Жодино испытывают беспилотные самосвалы в сети 5G [Электронный ресурс] / М. Матиевский // БЕЛТА. – <https://www.belta.by/tech/view/reportazh-skachok-na-desjatki-let-vpered-v-zhodino-ispytyvajut-bespilotnye-samosvaly-v-seti-5g-346101-2019/>.

Еще одним примером цифровизации производства, представляющим интерес для нашего исследования, может служить ОАО «Гомсельмаш». На данном предприятии активно используются технологии компьютерного моделирования и исследования механических систем, что позволяет сократить сроки конструкторских и исследовательских работ, обеспечивая тем самым расширение номенклатуры выпускаемой продукции, индивидуализацию изделий и ускоренный выход продукции на рынок. На предприятии внедрено связанное программное обеспечение САД-системы Creo 2.0 и PLM-системы Windchill, предназначенное для согласования проектных и конструкторских разработок и технологической подготовки производства. Вместе с тем на предприятии отмечают, что «...для успешного процесса разработки новых изделий применения современной программы 3D-проектирования Creo 2.0 недостаточно»²⁰³. По результатам анализа готовности ОАО «Гомсельмаш» к Индустрии 4.0 специалисты установили, что в условиях наличия необходимого аппаратного и программного обеспечения (сервер, сетевая инфраструктура, рабочие места, лицензии на программные продукты) слабыми местами являются «нормализация» данных и готовность персонала. Приведение данных (в случае ОАО «Гомсельмаш» – конструкторской документации) к стандартному представлению, воспринимаемому автоматизированными система управления, – серьезное препятствие на пути к цифровой трансформации предприятия. «Несмотря на то, что проектирование изделий осуществляется в 3D, в конечном итоге на их основе выпускаются чертежи, которые и являются основным источником информации, в том числе и в производстве. Сами исходные 3D-модели не актуализируются и не могут использоваться совместно с чертежами. <...> Кроме этого, все имеющиеся конструкторские данные должны быть приведены в состояние, соответствующее требованиям PDM-системы (*систем управления инженерными данными – примечание Ю. М.*), кратко говоря – нормализованы», – отмечают специалисты ОАО «Гомсельмаш». В 2018 г. только 20% конструкторской документации, используемой данным предприятием, было нормализовано. Таким образом, по справедливому мнению специалистов, «очередной задачей в рамках стратегии развития концепции "Индустрия 4.0" является полная интеграция **на основе единой информационной платформы** (*выделено Ю. М.*) не только разнообразных программных систем, но и корпоративных данных, а также обеспечение оперативного взаимодействия между различными подразделениями холдинга»²⁰⁴.

Создание единого информационного пространства предприятия является основной цифровой трансформации и обязательным условием перехода к цифровым бизнес-моделям. «Оцифровка» всех процессов предприятия требует существенных финансовых, кадровых и временных

²⁰³ Шантыко, А.С. ОАО «Гомсельмаш»: на пути к цифровизации производства / А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова // Цифровая трансформация. – 2018. – № 4 (5). – С. 16–26.

²⁰⁴ Шантыко, А.С. ОАО «Гомсельмаш»: на пути к цифровизации производства / А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова // Цифровая трансформация. – 2018. – № 4 (5). – С. 16–26.

затрат. Опыт СП ЗАО «Милавица» показал, что на это потребовалось 7 лет. «Хотя были и финансы, и хороший разработчик, и мотивированный персонал. К тому же в конечном итоге все получилось не в том виде, в каком планировали изначально», – рассказал экс-директор Д. Дичковский²⁰⁵.

На рудниках ОАО «Беларуськалий» использует автоматизированные системы мониторинга горного давления, позволяющие «формировать единую базу данных для контролируемых слоев лав» и «обеспечить повышение достоверности прогноза и безопасности ведения горных работ»²⁰⁶. Предприятием разработана концепция цифрового учета, прогнозирования и управления качеством калийной руды, подаваемой на обогащение, в соответствии с которой планируется создать две системы (подземного и поверхностного комплексов), объединяющие «в комплексную систему на единой базе данных, комплексе технических средств и программном обеспечении»²⁰⁷ и позволяющие в режиме on-line «отслеживать работу каждого забоя, участка или горизонта в руднике и необходимых переделов обогатительной фабрики на соответствие заданным критериям управления»²⁰⁸.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите программы документы, определяющие развитию Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.
2. Какие инструменты применяет Республика Беларусь для развития Промышленного интернета вещей?
3. Что представляет собой платформа «Смарт-индустрия Беларуси»?
4. Назовите основные вехи развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь?
5. Охарактеризуйте сформированную в Республике Беларусь инфраструктуру Промышленного интернета вещей.
6. Что общего с мировыми тенденциями Вы можете выделить в развитии Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь?
7. Какая специфика характерна для развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь?
8. Каким образом Промышленный интернет вещей влияет на конкурентоспособность национального промышленного комплекса и на его предприятия? Приведите примеры.

[Вернуться к теме 8](#)

²⁰⁵ Колесова, С. «Пони» скачет в цифровое будущее [Электронный ресурс] / С. Колесова // Союзное вече. – 2019. – 45 (867). – Режим доступа: <https://souzveche.ru/articles/economy/49070/>.

²⁰⁶ Петровский, Б.И. Использование автоматизированных систем мониторинга горного давления (СМГД) с программным обеспечением прок для прогноза опасных обрушений кровли в слоевых лавах. Часть 1. Создание СМГД с функцией прогноза опасных обрушений кровли в слоевых лавах пласта третьего калийного горизонта / Б.И. Петровский, А.А. Гарнишевский, А.А. Гавриков, М.Г. Шафиков, А.Н. Курчевский // Горная механика и машиностроение. – 2018. – №3. – С. 5–16.

²⁰⁷ Гец, А.К. Концепция организации цифрового учета, прогнозирования и управления качеством калийной руды, подаваемой на обогащение, в ОАО «Беларуськалий» / А.К. Гец, А.Б. Петровский, А.С. Долгих, А.М. Якимович, Б.А. Вишняк // Горная механика и машиностроение. – 2020. – №1. – С. 5–9.

²⁰⁸ Гец, А.К. Концепция организации цифрового учета, прогнозирования и управления качеством калийной руды, подаваемой на обогащение, в ОАО «Беларуськалий» / А.К. Гец, А.Б. Петровский, А.С. Долгих, А.М. Якимович, Б.А. Вишняк // Горная механика и машиностроение. – 2020. – №1. – С. 5–9.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ТЕМА 1. ПОНЯТИЕ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ». ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель занятия: изучить основные понятия Интернета вещей, проанализировать историю становления и развития Интернета вещей, сформировать представление о целях и задачах использования Интернета вещей.

Задание 1. Подготовьте сообщение с подробным описанием использования Интернета вещей в одной из нижеперечисленных сфер. Какие задачи решаются с помощью Интернета вещей в данной сфере? Опишите технологию применения Интернета вещей при решении названных задач.

Предлагаемые сферы:

- здравоохранение,
- жилищно-коммунальная сфера,
- логистика,
- транспорт,
- городское пространство,
- обеспечение безопасности жизнедеятельности,
- животноводство,
- земледелие,
- торговля,
- бытовая сфера,
- безопасность жизнедеятельности и чрезвычайные ситуации,
- защита экологии,
- промышленность (или отдельная отрасль – горнодобывающая промышленность, машиностроение, металлургия, легкая промышленность и пр.),
- иная (на Ваше усмотрение).

Задание 2. Вспомните и опишите случае, когда Вы сталкивались с применением Интернета вещей.

[*Вернуться к теме 1*](#)

ТЕМА 2. ПОНЯТИЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

Цель занятия: изучить концепцию Промышленного интернета вещей, ознакомиться с основными областями его использованием, сформировать представление о роли Промышленного интернета вещей в Индустрии 4.0.

Задание 1. Напишите эссе объемом не менее 10 тыс. знаков (с пробелами) на тему: «Промышленный интернет вещей в современном промышленном производстве: новые возможности или осознанная необходимость?».

Задание 2. Найдите не менее двух примеров использования Промышленного интернета вещей в практике промышленных предприятий.

[Вернуться к теме 2](#)

ТЕМА 3. АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: ознакомиться с архитектурой Промышленного интернета вещей, включая аппаратную часть, сетевые технологии и технологии обработки данных.

Задание 1. Заполните предложенную схему комплексного решения Промышленного интернета вещей, располагая набор компонентов в пустых ячейках в правильном порядке. Используйте глоссарий.

Набор компонентов:

Уровень устройства	Уровень обмена данными	Уровень облачных служб	Уровень приложений	Уровень безопасности	Оборудование	Операционная система
Микропроцессор	Оборудование	Операционная система	Микропроцессор	Встроенное ПО и оборудование	Микроконтроллер	Интеллектуальное устройство
Граничный шлюз	Простое устройство	Физическая защита, аттестация встроенного ПО	Сеть подключения	Шифрование E2E данных и обмена данными	Система хранения / база данных	Управление устройствами
Обработка событий и базовая аналитика	Расширенная аналитика	Управление конфиденциальностью, данные в архиве	Визуализация	Интеграция с корпоративными системами	Среда разработки	Управление удостоверениями и доступом приложений

Глоссарий:

Анализ данных на периферийных участках. Принятие срочных решений, локальные вычисления, аналитика на интеллектуальном/периферийном устройстве (например, службы Cisco Fog Data Services).

Визуализация. Предоставление данных устройства посредством наглядных материалов или интерактивных панелей мониторинга (например, MS Power BI).

Граничный шлюз (аппаратный). Управляемость, безопасность, использование удостоверений и взаимодействие на основе аппаратного устройства с поддержкой облачных технологий (например, граничный шлюз Dell Edge Gateway 5000). Его также можно считать интеллектуальным устройством.

Интеграция с корпоративными системами. Обеспечивает интеграцию с существующими корпоративными системами (например, Azure Logic Apps).

Интеллектуальное устройство. Обеспечивает анализ данных на периферийных участках, принятие срочных решений и локальные вычисления. Обеспечивает максимальный уровень безопасности, управляемость, взаимодействие и совместимость, надежную работу решений, а также снижает стоимость передачи данных. Во многих случаях интеллектуальные устройства с поддержкой облачных технологий имеют интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Примечание. MPU = микропроцессор.

Микроконтроллер и микропроцессор. Многофункциональные программируемые электронные устройства на уровне микропроцессора или микроконтроллера (например, процессоры Intel Atom).

Модули и драйверы. Настраиваемые модули, драйверы и исходные библиотеки, использование которых экономит время, затрачиваемое на разработку и тестирование (например, пакеты SDK устройства AWS IoT).

Обработка событий и базовая аналитика. Обрабатывает события и аналитику больших данных (например, Azure HDInsight).

Операционная система. Предоставляет оборудование для управления программными системами нижнего уровня и стандартные службы для запуска системных приложений (например, Windows 10 IoT).

Простое устройство. Генерирует данные, выполняет мгновенные действия и осуществляет передачу данных. Как правило, располагает ограниченными ресурсами, не требует больших затрат на оборудование, предоставляет основные функции подключения, базовые инструменты безопасности/удостоверения и не предоставляет/предоставляет лишь ограниченные возможности управления. Примечание. MCU = микроконтроллер.

Расширенная аналитика. Предоставляет функции расширенной потоковой аналитики и машинного обучения (например, Azure Machine Learning).

Сеть подключения / модули. Предоставляет модули подключения / аппаратные модули, которые обеспечивают интерфейс для подключения к сети (например, модули AT&T, M2M, Telit IoT).

Система хранения / база данных. Облачное хранилище и базы данных (не включает локальные решения) (например, Azure SQL).

Среда разработки. Предоставляет интегрированную среду разработки с комплексными пакетами SDK для разработки приложений и служб (например, MS Visual Studio).

Управление устройствами. Возможность удаленного обслуживания устройств, их взаимодействие и инструменты для управления ими на периферийных участках (например, Azure IoT Hub).

Уровень безопасности. Обеспечение безопасности для решения IoT имеет до такой степени важное значение, что именно это определяет качество «фундамента» для всех остальных средств разработки.

Уровень облачных служб. Прием, анализ и интерпретация данных в любом объеме с помощью облачных технологий позволяет извлечь из данных «полезную информацию».

Уровень обмена данными. Возможность обмениваться данными с окружающим миром при посредстве различных сетей подключения дает устройствам «голос».

Уровень приложений. Добавление этой ценной информации в более обширную экосистему с помощью системы совместной работы позволяет «действовать» посредством различных новых приложений и подключенных служб.

Уровень устройства. При добавлении микроконтроллеров и встроенного ПО в основное оборудование (например, датчики и приводы) создаются «простые» подключенные устройства. При добавлении микропроцессоров и операционных систем эти подключенные устройства превращаются в «интеллектуальные».

Для справки

Специализированные проприетарные корпоративные приложения IoT. Предоставляют существующие корпоративные системы внутри компании (например, система управления активами предприятия IBM).

Дополненная/виртуальная реальность. Интегрированная мобильная платформа / связанное оборудование для решения IoT (например, PTC Vuforia).

Готовые решения. Предоставляет предварительно настроенные шаблоны решения, обеспечивая возможность быстрой установки и настройки, тестирования и визуализации данных (например, шаблон профилактического обслуживания Microsoft).

Выделенные рабочие группы по внедрению IoT. Команда собственных специалистов, занятых только интеграцией решений IoT.

[Вернуться к теме 3](#)

ТЕМА 4. ВНЕДРЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

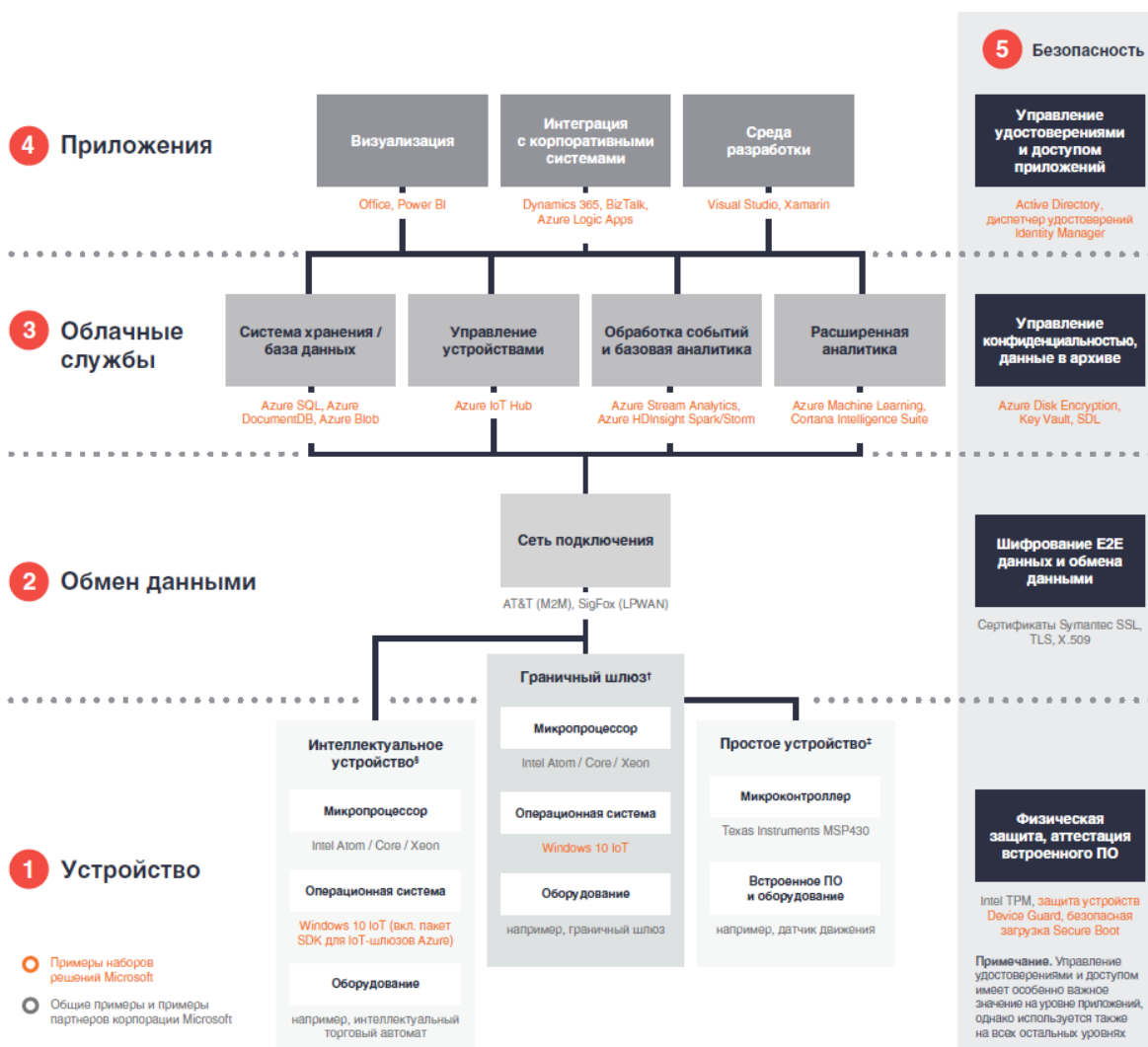
Цель занятия: изучить особенности внедрения Промышленного интернета вещей на микроуровне.

Задание 1. Выберите один из предложенных видов экономической деятельности, относящихся к промышленности, и подробно опишите области применения Промышленного интернета вещей в ней с учетом отраслевой специфики:

- добыча сырой нефти и природного газа;
- добыча прочих полезных ископаемых;

- производство кокса и продуктов нефтепереработки
- производство продуктов питания, напитков и табачных изделий;
- производство кожи, меха, изделий из кожи, кроме одежды, и производство обуви;
- производство целлюлозы, бумаги и изделий из бумаги;
- производство продуктов обработки древесины, изделий из дерева и пробки, кроме мебели, изделий из соломки и материалов для плетения;
- полиграфическая деятельность;
- производство автомобилей, прицепов и полуприцепов;
- производство основных фармацевтических продуктов и фармацевтических препаратов;
- производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры;
- производство прочих транспортных средств и оборудования;
- металлургическое производство;
- производство готовых металлических изделий;
- производство резиновых и пластмассовых изделий;
- производство прочих неметаллических минеральных продуктов;
- производство машин для сельского и лесного хозяйства;
- ремонт, монтаж машин и оборудования;
- производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства;
- производство текстильных изделий, одежды и меховых изделий;
- производство химических продуктов;
- производство электрооборудования;
- производство прочих готовых изделий.

Схема комплексного решения Промышленного интернета вещей



[Вернуться к теме 4](#)

ТЕМА 5. СЕРВИСЫ, ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ И БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: изучить сервисы, программные продукты и бизнес-модели Промышленного интернета вещей, ознакомиться с принципами функционирования цифровых платформ и показать значение больших данных в современном промышленном производстве.

Задание 1. Напишите эссе объемом не менее 10 тыс. знаков (с пробелами) на одну из предложенных тем:

«Роль Промышленного интернета вещей в трансформации способов взаимодействия участников цепочки создания стоимости»;

«Рынок больших данных и Промышленный интернет вещей: взаимообусловленность и перспективы развития»;

«Значение Промышленного интернета вещей для реализации концепции массовой кастомизации»;

«Промышленный интернет вещей и генеративная стоимость: новые возможности и риски для предприятий промышленного комплекса».

[Вернуться к теме 5](#)

ТЕМА 6. МИРОВОЙ РЫНОК ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: ознакомиться со структурой, основными игроками, состоянием и динамикой развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.

Задание 1. Оцените уровень автоматизации производства и для нерешенных задач подберите наиболее подходящий сервис, предлагаемый ведущими игроками рынка Интернета вещей.

Вы – сотрудник технического департамента крупного предприятия, которое занимается изготовлением техники и оборудования для сельского хозяйства. На предприятии уже автоматизирована значительная часть процессов. Для перехода на новый уровень цифрового производства и дальнейшего повышения производительности необходимо продолжать внедрение ИТ-решений. По результатам проведенных интервью и ИТ-аудита Ваши коллеги составили таблицу с перечнем задач, которые можно автоматизировать и текущим статусом по каждой из них. На основании предоставленных данных:

1) Рассчитайте уровень автоматизации основного производственного процесса.

2) Оцените, является ли основное производство «узким местом» автоматизации (т.е. уровень автоматизации составляет менее 60%).

3) Выберите среди предлагаемых на рынке Интернета вещей сервис, наиболее подходящий для повышения уровня автоматизации тех процессов, которые в этом нуждаются. Обоснуйте свой выбор, проведя сравнительный анализ нескольких сервисов различных компаний по следующим критериям: функционал, стоимость и модель ценообразования, безопасность.

№	Автоматизируемая задача	Результат опроса по итогам ИТ аудита	Критерии оценки соответствия ПО задачам
1	Планирование работы производственного оборудования	В настоящий момент на предприятии имеется ряд систем для планирования работы оборудования, однако требуется расширение или замена на новое ПО.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
2	Подготовка отчетности о текущем режиме пр-ва и аналитики по исполнению производственной программы	На производстве имеется система класса MDC, позволяющая получать быструю отчетность о ходе производственного процесса и аналитику по выполнению плана.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2;

			Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
3	Накопление и систематизация данных о выполнении планов производства с целью анализа и поиска источников отклонений	Реализацию данной задачи давно планируют к исполнению, но до сих пор систематическое хранение и накопление информации о выполнении планов не ведется, информация существует в разрозненном виде.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
4	Визуализация аналитической информации и КПЭ	На предприятии имеется система класса VI, позволяющая создавать различные вариации визуальной аналитики и КПЭ, представлять ее в соответствии с задачами.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
5	Контроль качества продукции в соответствии с технологическими операциями	Система контроля качества, установленная на предприятии, отвечает всем международным стандартам, однако не позволяет решать текущие задачи в полной мере.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
6	Контроль перемещения деталей и сборочных единиц (ДСЕ) между складами подразделения по маршруту изготовления	Опрос представителей производственного участка свидетельствует об отсутствии возможности отслеживать движение ДСЕ, так как для этого требуется приобретение дополнительного модуля системы класса MES.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
7	Использование цифровых баз знаний: нормативно-справочной информации, инструкций, описания технологий, требований к сырью	На предприятии ранее предпринимались попытки организовать единую цифровую базу знаний на основе собственной самописной системы, однако она устарела и требует замены.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
8	Управление заказами: проверка качества поставок, определение и управление приоритетностью заказов	Задача управления заказами в настоящий момент решается за счет верхнеуровневого планирования (ERP), данные из цехов поступают через систему класса MDC, что обеспечивает точность управления, для обеспечения полноты управления требуется модуль MES.	Решается в полной мере – 3; Решается частично – 2; Нужна замена или доп. ПО – 1; ПО отсутствует – 0.
9	Расчет нормированного уровня ПО, используемого для автоматизации основных производственных процессов, %		$P = \frac{100}{24} \sum_{i=1}^8 a_i$, где a_i - оценка i -го показателя формы.
10	Определение уровня автоматизации основных производственных процессов.		«высокий уровень», более 80 %; «средний уровень», от 50 до 80% «низкий уровень», менее 50 %.

[Вернуться к теме 6](#)

ТЕМА 7. ЗНАЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИК В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Цель занятия: изучить инструменты и методы развития Промышленного интернета вещей.

Задание 1. Проанализируйте опыт развития Промышленного интернета вещей с точки зрения используемых инструментов и методов в одной из нижеперечисленных стран:

- Китай,
- Япония,
- Южная Корея,
- Россия,
- Франция,
- Великобритания,
- США,
- другая страна по Вашему выбору.

[Вернуться к теме 7](#)

ТЕМА 8. РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Цель занятия: изучить предпосылки, условия и перспективы развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

Задание 1. Проведите сравнительный анализ трех программ развития (Национальная программа ускоренного развития услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий на 2011–2015 годы, Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы, Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021 – 2025 годы) с точки зрения целей, задач и инструментов развития цифровых технологий и Промышленного интернета вещей, в частности.

[Вернуться к теме 8](#)

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

1. Понятие «Интернет вещей», его место и роль в цифровой экономике.
2. История появления и развития Интернета вещей.
3. Концепции «Умная планета», «Умный город», «Умный дом», «Умная жизнь», «Умная энергия», «Умный транспорт», «Умное производство», «Умная медицина».
4. Понятие и факторы развития Промышленного интернета вещей.
5. Технологии Промышленного интернета вещей.
6. Изменение промышленного производства под влиянием Промышленного интернета вещей.
7. Кибер-физические системы производства и Индустрия 4.0.
8. Направления практического применения Промышленного интернета вещей в промышленности.
9. Архитектура Промышленного интернета вещей: основные составные части и их характеристика.
10. Аппаратная часть Промышленного интернета вещей.
11. Сетевые технологии Промышленного интернета вещей.
12. Сбор, обработка и хранение данных в Промышленном интернете вещей.
13. Применение облачных технологий в Промышленном интернете вещей.
14. Предпосылки и условия внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.
15. Риски и угрозы внедрения Промышленного интернета вещей на предприятии промышленного комплекса.
16. Цифровые услуги, основанные на Промышленном интернете вещей.
17. Цифровые бизнес-модели, основанные на Промышленном интернете вещей.
18. Коммерческая ценность больших данных в современном промышленном производстве.
19. Значение цифровых платформ в Промышленном интернете вещей.
20. Состояние, структура и тенденции развития мирового рынка Промышленного интернета вещей.
21. Инструменты и методы структурной и промышленной политик, направленные на стимулирование развития Промышленного интернета вещей на макро- и микроуровне.
22. Роль государственного и частного секторов в развитии Промышленного интернета вещей.
23. Опыт зарубежных стран в развитии Промышленного интернета вещей.
24. Развитие Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь: предпосылки, условия, тенденции.

25. Значение внедрения Промышленного интернета вещей для повышения конкурентоспособности предприятий белорусского промышленного комплекса.

26. Направления и инструменты совершенствования развития Промышленного интернета вещей в Республике Беларусь.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровой бизнес: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 38.04.01 «Экономика», 38.04.02 «Менеджмент» / О.В. Китова [и др]. – Москва : Инфра-М, 2019. – 416, [1] с.
2. Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 185 с.
3. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.
4. Dave Evans. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything (англ.). Cisco White Paper. Cisco Systems (11 April 2011).
5. Зараменских, Е.П. Интернет вещей. Исследование и область применения: монография / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. – Москва : Инфра-М, 2018. – 187, [1] с.

Дополнительная литература

1. Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 23 март. 2016 г., № 235 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
2. Мелешко, Ю.В. Перспективы развития рынка интернета вещей в Республике Беларусь / Ю.В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей / БНТУ; редкол.: С.Ю. Солодовников (пред. редкол.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – № 7. – С. 49–62.
3. Мелешко, Ю.В. Интернет вещей как фактор трансформации бизнес-моделей / Ю.В. Мелешко // Социально-экономическое развитие организаций и регионов Беларуси: эффективность и инновации: сборник научных статей. – Витебск: УО «ВГТУ», 2018. – С.120–122.
4. Мелешко, Ю.В. Некоторые особенности использования технологии интернета вещей в промышленности [Электронный ресурс] / Ю.В. Мелешко // Информационные технологии в технических, политических и социально-экономических системах: сборник материалов Международной научно – технической конференции. Электронный учебный материал. – Минск: БНТУ, 2018. – 216 с. – С. 90.
5. Мелешко, Ю.В. Промышленный интернет вещей как услуга промышленного характера / Ю.В. Мелешко// Инновации: от теории к практике. VI Международная научно-практическая конференция (г. Брест, 5–7 октября 2017 года): сборник научных статей; редкол. : А.М. Омелянюк [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2017. – С.221–223.
6. Мелешко, Ю.В. Становление мирового рынка промышленного интернета вещей / Ю.В. Мелешко // Устойчивое развитие экономики:

состояние, проблемы, перспективы: сборник трудов XII международной научно–практической конференции, УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, 27 апреля 2018 г. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2018. – 268 с. – С. 69–71.

7. Мелешко, Ю.В. Инфраструктурное обеспечение промышленного интернета вещей / Ю.В. Мелешко // Экономический базис развития науки и технологий в России: материалы международной научной конференции, 19-20 октября 2018 г. / под ред. Н.А. Симченко. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2018. – 436 с. – С. 279–282.