

УДК 33 DOI: 10.14451/2.183.47

Современные тенденции развития и последствия внедрения индустрии 4.0.

© 2023 **Донской Даниил Сергеевич**

Студент экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова E-mail: donskoy.daniil@internet.ru

Ключевые слова: развитие экономики, VI технологический уклад, Индустрия 4.0., Индустрия 5.0., инновационное развитие, Цифровая экономика.

В настоящей статье рассмотрены тенденции и достижения Индустрии 4.0, такие как интеграция периферийных вычислений, блокчейн и сети 5G. Установлено, что 5G-технологии в современных условиях представляют собой важнейшую составляющую инфраструктуры цифровой модели экономики, которая, в свою очередь, придает главный импульс экономическому росту развитых стран, занимающих передовые рубежи в технологическом и научно-техническом развитии. Автором статьи обосновано, что 5G является таким же равноправным и необходимым компонентом Индустрии 4.0, как искусственный интеллект, технологии Big data, облачные сервисы, виртуальное пространство. Между ними и между всеми компонентами высокотехнологичных производств обеспечивается надежная и быстрая передача огромных массивов информации, что позволяет интегрировать все составляющие Индустрии 4.0 в единую цифровую «умную» систему.

Безусловно, рассматривая 5G в контексте реализации Индустрии 4.0, мы говорим не только об успешном развитии сферы высоких технологий, но и об ее ключевой роли в целом в процессе перехода к шестому технологическому укладу. Речь идет о совершенно новом потенциале в деле передачи информации, который обеспечивается с помощью скоростных возможностей технологии, что позволяет обеспечить информационную и техническую поддержку высокотехнологичных производств [6, с. 138].

Замечательные результаты новая технология продемонстрировала Китае, где она играет все большую роль в обществе и экономике.

Прогнозируется существенный рост возведения базовых станций 5G вплоть до 2025 года, когда по мере насыщения ими темпы строительства будут сокращаться. На сегодняшний день

к этим технологиям обращаются все больше промышленных отраслей и отдельных корпораций, поскольку лидирующие позиции в этом технологическом сегменте означает лидерство в конкуренции между корпорациями, отраслями, странами и целыми регионами.

Как через интеграцию 5G с периферийными вычислениями можно достичь более эффективных и интеллектуальных решений в сфере IoT

Поскольку развитие периферийных вычислений и технологии 5G непрерывно продолжается, то очевиден потенциал выхода Интернета вещей на более эффективный и интеллектуальный уровень. Интеграция этих двух технологий позволит компаниям разрабатывать новые инновационные решения, которые сделают более надежным и скоростным доступ к различным данным, повы-

сив тем самым экономичность и безопасность управления устройствами, основанными на IoT-технологиях [11, с. 152].

Более широкая полоса пропускания 5G, нежели у предыдущих версий, позволяет обеспечить лучшие параметры покрытия и скорости передачи информации, что позволит подключить к одной сети большее количество устройств, которые смогут коммуницировать между собой с большей скоростью и с меньшими задержками [8, с. 37].

Так называемые пограничные вычисления представляют собой технологии, благодаря которым центр обработки данных приближается к их источнику, что уменьшает необходимость отправлять на удаленные серверы большие объемы информации. В результате этого оперативность обработки данных существенно возрастает. Кроме того, эти технологии позволяют значительно усилить безопасность информации, поскольку основные данные являются локализованными, а не отправляются на облачные сервисы или иные ресурсы.

Помимо перечисленных преимуществ периферийных вычислений еще одним важным аспектом является обеспечение безопасности работы на высокотехнологичных производствах. Быстрая передача и обработка информации о потенциальной опасности, неисправности того или иного оборудования, сбоя в технологическом процессе, особенно, если это производство связано с повышенной опасностью, например химическими процессами, позволит своевременно либо человеку, либо автоматике, отреагировать на потенциальную опасность, существенно уменьшая, таким образом, производственные риски.

Аспекты безопасности для интеграции технологий 5G и пограничных вычислений

Увеличение уровня интеграции между периферийными вычислениями и технологиями 5G открывает во многих областях деятельности, включая бизнес, многочисленные возможности. Между тем, и здесь новые возможности порождают новые риски, связанные с безопасностью. Пред-

приятиям, активно использующим пограничные вычисления и технологии 5G, важно осознавать все возможные угрозы, риски и свою ответственность перед клиентами в данном контексте [9, с. 145].

Обеспечение конфиденциальности частной или бизнес-информации является одной из основных проблем в ходе интеграции периферийных вычислений с технологиями 5G. Множество приложений, использующих периферийные вычисления, предусматривают для своей работы возможность сбора и анализа конфиденциальной информации о пользователях, которая может включать в себя личные данные о здоровье клиента, информацию финансового характера и т.д. Здесь особую значимость приобретает качество шифрования данных, уровень безопасности их хранения и обеспечение строжайшего контроля над возможностью доступа к ним [1, с. 98].

В качестве еще одного аспекта безопасности следует назвать возможную опасность ее утечки или манипулирования ею. Поскольку системы пограничного вычисления зачастую представляют собой конструкции распределенного характера, локализованные в различных местах, то присутствует опасность подделки этих данных со стороны злоумышленников либо их передачи субъектам, не имеющим права для доступа к ней. Здесь главной задачей предприятия, пользующегося технологиями периферийных вычислений, является обеспечение безопасности этих систем и систематический мониторинг возможности каких-либо подозрительных манипуляций с ними или вокруг них.

При этом компании должны принимать во внимание те последствия, которые для безопасности несет интеграция технологии 5G с пограничными вычислительными системами. Более высокая скорость таких сетей по сравнению с предыдущими версиями обуславливает и большие риски для безопасности. Поэтому для компании чрезвычайно важно сосредоточить все усилия на обеспечении безопасности своих систем и систематического обновления защитных мероприятий от вновь появляющихся рисков и угроз.

При грамотном системном подходе к этим вопросам компании в состоянии решить эти важнейшие задачи в условиях интеграции этих важнейших технологических составляющих своей деятельности в условиях Индустрии 4.0, что является важнейшим аспектом успешного использования всех позитивных характеристик этих технологий и их интеграции.

Варианты интегрированного применения периферийных вычислений и технологии 5G в режиме реального времени

Совместное использование технологии периферийных вычислений с высокоскоростной передачей данных открывает новые возможности для их применения в режиме реального времени, ранее недоступные для пользователей. Если периферийные вычисления позволяют максимально приблизить центр манипуляции с данными к самому пользователю, значительно сокращая время обмена ими и затраты на трафик, то огромная скорость и пропускная способность, которыми отличаются сети 5G, открывают возможности для организации потоковой передачи данных в реальном времени.

Грамотное совместное использование всех преимуществ этих двух технологий позволяет создать мощнейший фундамент для осуществления различных вариантов работы с информацией в режиме реального времени. Например, интеграция периферийных вычислений с 5G позволяет врачу в режиме онлайн видеть состояние пациента, что существенно увеличивает оперативность принятия врачебных решений, основанных на самой актуальной информации. То же самое можно сказать о промышленном секторе экономики, когда с помощью пограничных вычислений, подкрепленных потенциалом 5G появляется возможность в реальном времени отслеживать текущее состояние производственных линий и технологических процессов с тем, чтобы заранее выявить еще не проявившуюся проблему и не просто минимизировать ее последствия, а не допустить этих последствий вообще [4, с. 36].

Еще одним примером эффективного совместного использования периферийных вычислений

и 5G является работа в реальном времени программных продуктов в транспортной сфере. Например, без таких возможностей практически невозможно безопасно реализовать концепцию беспилотных автомобилей, работающих в автономном режиме. Для работы таких устройств необходимы абсолютно надежные информационные каналы для работы с информацией в режиме реального времени. Это может касаться погодных условий, текущего мгновенного состояния дорожной обстановки во время движения, технического состояния внутренних узлов и механизмов машины и масса других параметров, которые должны быть практически мгновенно обработаны, для того чтобы обеспечить абсолютную безопасность движения на дорогах с использованием автоматических беспилотных транспортных средств в условиях повышенного риска.

Наряду с приближением центра обработки информации к пользователю и большей защищенностью от возможных взломов, преимуществом интеграции пограничных вычислений с технологиями 5G является экономия электроэнергии за счет сокращения трафика данных, обработка которых происходит не на отдаленных ресурсах, а буквально рядом с основным пользователем.

В целом, объединение потенциала двух таких мощнейших технологий представляет собой исключительно перспективную платформу, позволяющую реализовывать многочисленные проекты, где ключевую роль играет возможность работы с информацией в режиме реального времени. В данный момент отчетливо можно заметить работу диалектического закона о переходе количества в качество, когда численный рост параметров скорости и объема передачи данных переходит в качественной технологический скачок, открывающий широчайшие перспективы для развития новых технологий и перевода производственных и иных процессов на новые уровни развития. Основными «выгодополучателями» от такой интеграции становятся такие отрасли, как транспорт и промышленное производство, а также сфера здравоохранения, в которых эти технологии позволяют достичь

поистине революционного прогресса.

От Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0

Переход от Индустрии 4.0, называемой еще четвертой промышленной революцией, в основе которой лежат интеллектуальные технологии, к Индустрии 5.0, взявшей за основу все достижения предыдущих революций, прежде всего, 4.0, включает в себя следующие ключевые аспекты [7, с. 78]:

1. Развитие технологий добавочного производства;
2. Широкое распространение технологий добавленной реальности;
3. Развитие автономных роботизированных систем;
4. Аналитика и Big data;
5. Облачные технологии;
6. Безопасность киберсистем;
7. Вертикально и горизонтально интегрированные системы;
8. Развитие технологии IoT;
9. Создание цифровых двойников и моделирование.

Рассматривая Индустрию 5.0, следует отметить, что речь идет не столько и не только об очередной промышленной революции, сколько о дальнейшем развитии технологической составляющей Индустрии 4.0 на основе укрепления взаимодействия между человеком и машиной. Ключевые элементы Индустрии 4.0, перечисленные нами выше, получили свое развитие и расширение посредством перевода основной направленности работы в сторону человека, его благополучия, развития и максимального использования его креативного потенциала, благодаря чему высокий уровень эффективности и скорости принятия решений и действий технологий Индустрии 4.0 в интеграции с талантами и креативными возможностями человека позволяет достичь поистине фантастических результатов.

В основе Индустрии 5.0 лежат следующие концептуальные положения:

Во главу угла «человекоориентированного» производственного процесса положены интересы

и потребности индивида. Индустрия 5.0 не задается такими вопросами, что человек способен сделать с помощью технологий, вместо этого задается вопрос о том, как технология может быть полезна для сотрудника. Неумимость, скорость и точность роботов неспособны, тем не менее, заменить такие качества человека, как умение творчески и критически мыслить. Самые совершенные и умные машины созданы человеком, и лишь человеческий разум и гений способен в максимальной степени раскрыть потенциал роботов, самые совершенные из которых и близко не приблизились к возможностям человеческого мозга с его креативным потенциалом, абстрактным мышлением, неподдающимся логическому объяснению гениальным озарениям [12, с. 33].

Тесно взаимодействуя с человеком, роботизированные устройства могут решать задачи по улучшению жизни человека и содействию в его творческой деятельности.

Роботы универсального назначения

Обеспечение устойчивого развития промышленного производства позволяет корпорациям сократить негативное влияние на окружающую природу, в том числе за счет развития производств с замкнутым технологическим циклом. Еще одним важным аспектом в сфере устойчивого развития является внедрение энергоэффективных технологий, сокращение выбросов, вызывающих парниковый эффект в атмосфере, противодействие процессам деградации и истощения природных ресурсов.

Предание отрасли устойчивого характера позволяет обеспечить высокий уровень надежности производственных процессов. Такие предприятия надежно защищены от возможных сбоев в работе и способны в кризисных ситуациях обеспечить функционирование критической инфраструктуры. Кризис, связанный с пандемией, отчетливо продемонстрировал уязвимость современной промышленности, а также актуальность проблем обеспечения устойчивости и гибкости логистических цепочек и других важных составляющих производства.

Интеграция положений Индустрии 5.0 и технологических компонентов Индустрии 4.0 [3, с. 29].

Главной особенностью проектов, реализуемых в рамках Индустрии 5.0, является их ориентация на фактор человека, которая представляет собой аспект, дополняющий технологическую модернизацию в рамках Индустрии 4.0, что обеспечивает тесное взаимодействие между человеком и машиной. Далее кратко рассмотрим ряд обеспечивающих этот процесс специфических технологий:

1. Использование специальных датчиков и средств машинного обучения позволит облегчить процесс адаптации роботизированных устройств к тесному взаимодействию между ними и человеком.
2. Осуществляется активная разработка инструментов для взаимодействия между машинами и людьми на основе технологии искусственного интеллекта, что позволяет существенно сократить отходы производства, повысить эффективность инвестируемых в проекты средств, обеспечить устойчивое развитие производства.
3. Использование технологий машинного обучения и искусственного интеллекта в процессах управления и анализа информации позволяет оптимизировать функционирование системы управления сотрудниками, повысить эффективность производства и минимизировать потери.
4. Использование технологий цифровых двойников и моделирования позволяет свести к минимуму степень износа реальных систем, улучшить эффективность и качественный уровень обучения и функционирования пользователей, что позволяет обеспечить максимальный уровень креативности и инновационности процессов при минимальных рисках операционного характера.
5. Инновационные роботизированные системы и инструменты, подобные технологии виртуальной реальности могут способствовать корпорациям усилить свое внимание на вопросах повышения эффективности процессов автоматизации, а также привить креативные навыки по решению текущих задач не только коллегам и партнерам из числа людей, но также и роботизированным машинам.

Создание фабрик будущего как важного перспективного преимущества Индустрии 5.0 [2, с. 8]:

1. Преимущество реализации концептуальных положений Индустрии 5.0 в долгосрочной перспективе отвечает ее ключевым ценностным установкам. Так, предполагается, что их внедрение позволит удерживать на производстве наиболее талантливых сотрудников за счет увеличения привлекательности работы на таких предприятиях, что благотворно будет влиять на его общую хозяйственную устойчивость. Способность новых систем оперативно адаптироваться к изменениям на рынке и другим факторам внешнего характера даст компании дополнительные конкурентные преимущества.
2. Решение задачи по привлечению новых талантов в компанию и удержание имеющихся. В современных условиях жесточайшая «конкуренция за мозги» ставит проблему привлечения и сохранения интеллектуального потенциала компании в ряд ключевых аспектов ее успешности и даже выживаемости. Работник, выполняющий рутинную механическую работу, едва ли чувствуют удовлетворенность от своего вклада в работу компании, как ценного сотрудника, генерирующего инновационные идеи или подходы. Концептуальные положения Индустрии 5.0 предполагают формирование действительно интересной и прогрессивной рабочей среды, что должно оказать позитивное воздействие на лояльность работников, подкрепленную удовлетворенностью от собственной творческой самореализации и пониманием значимости своего вклада в общий успех.
3. Конкурентоспособность и достижение устойчивого развития. Устойчивое развитие в современных условиях ведения бизнеса является необходимым компонентом успешности. Особое значение оно имеет для энергоемких и ресурсоемких отраслей промышленности.

Устойчиво развивающийся бизнес не только имеет высокую инвестиционную привлекательность, но также интересен для потребителей и собственных сотрудников.

Использование принципов Индустрии 5.0 позволяет отрасли или корпорации достичь хороших экономических показателей, а также высокой степени экологической устойчивости.

4. Обеспечение устойчивости. Способность бизнеса к своевременной и адекватной реакции на внешние турбулентности высокого уровня, такие как пандемии, серьезные изменения климата, ожесточенные торговые войны и конкуренция, является важнейшей составляющей его успешности в современных условиях. Здесь концепции 5.0 отводится важнейшая роль в обеспечении гибкости, адаптивности, устойчивости промышленного производства, что достигается через анализ и обработку огромных массивов необходимых данных, что позволяет прогнозировать и предотвращать риски, повышать уровень безопасности бизнеса и экономики в целом.

Взаимодействие между персоналом компании и специальными роботами, предназначенными для совместной работы (коботы).

Дополнение Индустрии 4.0 концептуальными положениями Индустрии 5.0 способно радикально повысить уровень эффективности работы сотрудников компании. Например, в рамках Индустрии 5.0 предполагается широко внедрять в производственный процесс так называемых коллаборативных роботов (коботов), которые предназначены для тесной совместной работы с человеком, в результате чего эффективность каждой стороны существенно повышается. Этот новый продукт эволюционного развития умных машин отличается наличием специальных датчиков и контроллеров, управляемых искусственным интеллектом, что дает им возможность действовать совместно с людьми самым безопасным способом. Отличительными характеристиками коботов являются безопасность, универсальность, интуитивно понятная система управления и взаимодействия с ними, техническое «дружелюбие» к человеку [5, с. 28].

Тесное взаимодействие между сотрудниками компании и коботами позволит в максимальной степени раскрыть возможности инновационных технологий. Например, в индустрии моды коллаборативные роботы могут взять на себя функцию подбора материала, его подготовку к пошиву, процесс хранения и даже, непосредственно, пошив. При этом дизайнеры или модельеры разрабатывают и примеряют на виртуальных 3D-манекенах новые модели одежды с использованием технологии виртуальной реальности. По сути дела, подобные технологии позволяют буквально в день заказа проектировать и изготавливать одежду по персональному проекту.

Помимо этого, огромные перспективы для использования коботов открылись в автомобильной промышленности, где они выполняют критически значимые функции в процессе сборки как отдельных узлов и агрегатов, так и в целом автомобилей. Такие системы позволяют освободить людей от выполнения потенциально опасных и вредных для здоровья операций, таких как покраска автомобиля, сварочные работы и т.д. и направить их возможности на решение более сложных задач, требующих креативных качеств человека, что недоступно самой умной машине. Еще одним важным аспектом использования коботов в промышленном производстве является контроль над качеством выпускаемой продукции, где машины с их безграничной выносливостью и точностью могут безошибочно определять малейшие дефекты, недоступные человеческому глазу [10, с. 51].

Не вызывает сомнений способность коботов многократно усилить уровень эффективности действия своих коллег по работе – людей.

Внедрение принципов Индустрии 5.0 требует серьезных подготовительных мероприятий, включающих в себя тщательное планирование, разработку общей стратегии, обеспечения надежной и открытой коммуникации между всеми участниками процесса и, разумеется, в полном объеме реализованных ключевых составляющих Индустрии 4.0, которые являются технологической основой для построения Индустрия 5.0.

Библиографический список

1. Головин С. А., Гусев К. В. Критерий качественно-го отличия Индустрии 3.0 от Индустрии 4.0 (Промышленности 4.0) // Стандарты и качество. – 2022. – № 4. – С. 96–100.
2. Косакян Н. Л. Шестой технологический уклад как реальная возможность выхода из кризиса пятого технологического уклада // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 2, 4(124). – С. 5–11.
3. Особенности концепции Индустрии 4.0 – преимущества и препятствия при внедрении / Н. А. Климова [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11, 4(60). – С. 26–32.
4. От Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0: основные понятия, измерения и компоненты Индустрии 4.0 / Г. Шева [и др.] // Инвестиции в России. – 2019. – 9(296). – С. 32–40.
5. Попов А. Опыт Лаэтре по внедрению технологий «Индустрия 4.0» в мировой литейной промышленности / А. Попов // Литейное производство. – 2022. – № 5. – С. 26–29.
6. Стражник В. П., Попова Е. С. 3D-факторная модель поддержки и внедрения индустрии 4.0 // Управленческий учет. – 2023. – № 2. – С. 133–141.
7. Титова Е. В., Конева Н. С. Понятие и правовая природа барьеров внедрения компонентов Индустрии 4.0 в промышленном регионе // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 75–84.
8. Трофимова Н. Н. Индустрия 5.0: интеграция человеческого потенциала в Индустрию 4.0 // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 4, 1(133). – С. 34–39.
9. Трофимова Н. Н. Ключевые технологии, поддерживающие индустрию 5.0 (на примере промышленного интернета вещей) // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 3, 5(137). – С. 142–147.
10. Цихоцкий М. А. Развитие технологий шестого технологического уклада как фактор технологической безработицы // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. – 2023. – № 2. – С. 48–52.
11. Шукалов А. В., Заколдаев Д. А., Жаринов И. О. Алгоритмы проектирования механосборочного производства предприятий Индустрии 3.0 и Индустрии 4.0 // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2018. – 3-4(117–118). – С. 148–154.
12. Шукалов А. В., Заколдаев Д. А., Жаринов И. О. От Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0 // Защита и безопасность. – 2020. – 3(94). – С. 32–33.