

## О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ РЕШЕНИЙ INDUSTRY 4.0 В НАУКЕ

Термин “Индустрия 4.0” (*Industry 4.0*) был введен для описания масштабного применения информационных технологий в промышленном производстве [1]. С 2011 года по всему миру появились инициативы, касающиеся совмещения промышленного производства, цифровых технологий и Интернета. Главный экономический потенциал *Industry 4.0* заключается в ее способности ускорить корпоративные процессы принятия решений и адаптации. Это касается как процессов повышения эффективности в проектировании, производстве, обслуживании, продажах и маркетинге, так и основной деятельности отдельных структурных подразделений и изменения бизнес-модели. *Industry 4.0* можно определить через цифровизацию и объединение технических систем на базе технологий беспроводных сенсорных сетей (*Wireless Sensor Networks, WSN*), Интернета вещей (*Internet of Things, IoT*), больших данных (*Big data*), облачных сервисов (*cloud computing*), озер данных (*data lake*), искусственного интеллекта (*Artificial Intelligence, AI*) и др. В то же время стало возможным слияние физического и виртуального мира через киберфизические системы (*Cyber-Physical Systems, CPS*). *CPS* могут осуществлять мониторинг и управление социальными, производственно-технологическими или экологическими объектами с целями выполнения возложенных на них функций и недопущения аварийных ситуаций или чрезвычайных происшествий (неисправности, поломки, экологические риски и т.п.). Другие группы *CPS* могут функционировать в “умном городе” (*smart city*), т.е. существует некая гипотетическая инфраструктура (распределенная или централизованная), в которой все ее активы (узлы или модули) объединены в сеть.

Можно выделить следующие основные характеристики *Industry 4.0* [2]:

- Вертикальное объединение интеллектуальных производственных систем (интеллектуальные фабрики, интеллектуальные города, интеллектуальные датчики).
- Горизонтальная интеграция посредством глобальных сетей нового поколения для создания стоимости, включая интеграцию деловых партнеров и клиентов.
- Сквозное проектирование по всей цепочке создания стоимости, включая не только производственный процесс, но и весь жизненный цикл продукта.
- Ускорение с помощью экспоненциальных (*IoT, WSN, AI* и др.) технологий, что обеспечивает индивидуальные решения, гибкость и экономию в производственных процессах.

Огромный потенциал *Industry 4.0* для научной среды привел к появлению и развитию концепции *Science 4.0* [3]. В этом контексте актуальными стали вопросы сбора, хранения, обработки, передачи и анализа научных данных, организация научной деятельности и управление наукой, объединенных концепцией *Science 4.0* с широким использованием технологической платформы *Industry 4.0*.

Рассмотрим научную среду с точки зрения интеграционных процессов в *smart city* [4]. Известно, что понятие *smart city* постоянно развивается, широко используется в инновационных технологиях. Применение базовых технологий *Industry 4.0* актуально для решения следующих задач в этой среде:

- В отношении зданий – бесперебойное электроснабжение и водоснабжение; климат-контроль; контроль доступа; охрана зданий и видеонаблюдение; управление материалами и оборудованием; мониторинг оборудования; управление зданием, обнаружение и предупреждение об опасности и т.д.
- Сетевая и вычислительная инфраструктура – обслуживание сетевых ресурсов, средств и оборудования; сетевой мониторинг и безопасность; электронные услуги; постоянная диагностика и защита и др.
- Управление и безопасность информационного обеспечения науки.
- Интеграция *Industry 4.0* в среду научных исследований.

В этой среде генерируются большие потоки данных. Здесь следует отметить, что традиционные данные можно классифицировать следующим образом [5]:

- Данные наблюдений – полученные с телескопов, спутников, социальных сетей, демографических исследований, исторической информации или одноразовой записи событий. В большинстве случаев эти данные не могут быть повторены и поэтому должны быть сохранены.
- Экспериментальные данные – полученные в результате высокопроизводительных решений клинических, биомедицинских и фармацевтических экспериментов или других контролируемых экспериментов. Особенно важно хранить некоторые данные, которые невозможно перепроверить по этическим или другим причинам, например, данные о людях и исчезающих видах.
- Вычислительные данные – генерируются в результате крупномасштабных вычислений в суперкомпьютерах, центрах обработки данных и т. д., хранятся в течение определенного периода и обрабатываются с помощью технологий интеллектуального анализа.

- Информационные данные – используются научными обществами для различных целей. К таким данным относятся геном человека, сейсмология, океанография, клинические исследования, данные об исчезающих видах.

В контексте *Industry 4.0* открываются новые возможности для сбора, хранения, обработки, передачи и анализа перечисленных данных. Эти данные приобретают универсальный характер, циркулируя в территориально-распределенной структуре научного *smart city*.

Таким образом, базовые технологии *Industry 4.0*, которые включают *CPS, IoT, AI, cloud computing, Big data* аналитику и др., делают возможной взаимосвязь, а также обеспечивают интеллектуальность отдельных составляющих и целой системы.

*IoT* представляет собой интеграцию датчиков и вычислений в интернет-среде посредством *WSN*, что позволяет обнаруживать любые объекты и их подключение к более широкой сети.

*Cloud computing* обеспечивают сетевой доступ по запросу к общему пулу вычислительных ресурсов. Эта технология позволяет хранить данные в центрах обработки данных через удаленный доступ. Таким образом, *cloud computing* облегчают интеграцию различных устройств, поскольку им не нужно физически находиться рядом.

Комбинация использования *IoT* и *cloud computing* позволяет подключать различное оборудование, собирая огромный объем данных, что приводит к проблеме *Big data*. Они включают данные систем и объектов, такие как, показания датчиков, и совместно с аналитикой, например, интеллектуального анализа данных и машинного обучения, представляют один из наиболее важных факторов *Industry 4.0*. *Big data* так же необходимы для создания цифровых двойников (*digital twin*), и, следовательно, аналитика обеспечивает расширенные возможности прогнозирования, выявляя события, которые могут повлиять на среду, до того, как они произойдут. Сочетание *Big data* с аналитикой может поддерживать самоорганизацию процессов и оптимизировать функции принятия решений во всех аспектах управления

В заключении отметим, что в рамках *Science 4.0* можно предложить следующую структуру обработки данных:

- На уровне физических объектов данные собираются с датчиков, установленных для измерения различных физических параметров.

- На начальном вычислительном уровне происходит первичная обработка данных в соответствии с ее назначением и получение оперативной информации о характеристиках отдельных компонентов или формирование сигналов управления обратной связью.

- Проведение сложных расчетов на прикладном уровне на основе данных, обрабатываемых на нижних уровнях, и создание различных типов физических моделей объектов.

- Проведение анализа больших данных в центрах обработки данных. На этом уровне новые знания приобретаются за счет применения технологий *AI*, создается обратная связь из киберпространства в физическое пространство для корректировки системы и проведения превентивных мер.

Таким образом, реализация *Science 4.0* представляет сложный процесс и должна претворяться в жизнь поэтапно.

### Список литературы

1. H. Kagermann, W. Wahlster, and J. Helbig, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. p. 80, 2013.

URL: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>

2. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

3. As the world changes, science does too – and that’s a good thing.

URL: <https://theconversation.com/as-the-world-changes-science-does-too-and-thats-a-good-thing-152688#:~:text=The%20term%20%E2%80%9CIndustry%204.0%E2%80%9D%20has,virtual%2C%20physical%20and%20biological%20domains>.

4. T. Kh. Fataliyev, Sh. A. Mehdiyev. Integration of Cyber-Physical Systems in E-Science Environment: State-of-the-Art, Problems and Effective Solutions, I.J. Modern Education and Computer Science, № 9, pp. 35-43, 2019.

5. T. Kh. Fataliyev, Sh. A. Mehdiyev. Research of the technology for the management and processing of big scientific data, Problems of Information Society, №2, pp. 60–70, 2019.