

Кукшев Вячеслав Иванович — директор центра международных информационных стандартов Международного научно-исследовательского института проблем управления, кандидат технических наук.

Vyacheslav I. Kukshv — International Research Institute for Advanced Systems.

Цифровая экономика: проблемы и решения

«Мы стоим на пороге технологической революции, которая фундаментально меняет нашу жизнь, работу и связь одного с другим. В этой масштабной, объемной и сложной трансформации имеются существенные отличия от прошлого исторического опыта человечества...»

Клаус Шваб,
президент Всемирного экономического
форума в Давосе

В современном мире в условиях жесткого противостояния, когда для достижения экономических, политических и военных целей используются все доступные средства, а экономическая конкуренция заменяется прямым нарушением международного права, во много раз возрастает значение технологических, экономического и военного факторов развития государства. Ключевой задачей является быстрая реакция на внешние вызовы в сфере технологий, обороны и экономики. Такую возможность может обеспечить развитие цифровой экономики.

УДК 330.342

DOI: 10.33917/es-5.171.2020.51-57

В статье рассмотрены роль и значение международных информационных стандартов в цифровой экономике. Показано значение стандартов в построении единого цифрового пространства как ключевого элемента цифровой экономики. Особое внимание уделено международным стандартам интеграции на уровне онтологии, семантики и языков взаимодействия информационных систем. Рассмотрена структура стандартов европейской инициативы в цифровой экономике — «Индустрия 4.0» и такие направления развития цифровой экономики, как цифровая корпорация и цифровая индустрия. Определены возможные направления развития и применения информационных стандартов в рамках цифровой экономики.

Ключевые слова

Цифровая экономика, международные информационные стандарты, цифровая корпорация, цифровая индустрия.

Накопление опыта применения информационных технологий в различных сферах деятельности, встраивание их в системы управления разного уровня и обеспечение поддержки жизненного цикла сложных изделий уже сейчас позволяет решать следующие задачи:

- обеспечение высокой производительности производства;
- сокращение сроков реализации проектов.

Управление сложными интегрированными производствами, а в перспективе — развитие цифровой экономики позволят достичь таких важнейших целей, как:

- государственное управление активами и ресурсами;
- интегрированное управление активами в рамках крупных производственных холдингов и отраслей;
- полное цифровое управление жизненным циклом изделия;
- реализация проектов точно в срок и с контролируемыми затратами;
- оперативное перестроение производства под серийный выпуск новых видов продукции с оперативным же формированием кооперации;
- автоматическое планирование и реализация закупок.

Для достижения этих целей, как показывает международный опыт, необходимо решить ряд фундаментальных и прикладных задач.

Фундаментальные задачи:

- фундаментальные разработки (регулярные модели экономики, цифровые модели на базе онтологий, искусственный интеллект, концепция единого цифрового пространства);
- методология колаборативных принципов взаимодействия и интероперабельности;

➤ В современном мире ключевой задачей является быстрая реакция на внешние вызовы в сфере технологий, обороны и экономики. Такую возможность может обеспечить развитие цифровой экономики.

- концепция международных и региональных информационных стандартов цифровой экономики;
- методы обеспечения безопасности.

Прикладные задачи:

- разработка цифровых моделей управления активами по жизненному циклу;
- цифровизация управления проектами (оценка, проектирование, разработка, закупки, строительство, эксплуатация);
- разработка и внедрение систем искусственного интеллекта на всех этапах цифрового производства (управление знаниями, кибер-физические системы, промышленный Интернет, Индустрия 4.0, многоагентные системы);
- формирование и реализация программы информационной и цифровой стандартизации для достижения интероперабельности в цифровой экономике.

Проблемы, стоящие перед цифровой экономикой

Рассмотрим основные управленческие проблемы, которые могут возникать у менеджмента при цифровизации производства.

Экономические проблемы:

- высокие экономические затраты;

Digital Economy: Problems and Solutions

The article examines the role and importance of international information standards in the digital economy. The importance of standards in building a single digital space as a key element of the digital economy is shown. Particular attention is paid to international standards of integration on the level of ontology, semantics and languages of interaction of information systems. The structure of the standards of the European initiative in the digital economy — “Industry 4.0”, as well as the development of the digital economy in the directions: Digital Corporation and Digital Industry. The possible directions of the development and application of information standards within the digital economy are defined.

Keywords

Digital economy, international information standards, digital corporation, digital industry.

- адаптация бизнес-модели (формирование интегрированной модели актив/процесс/ресурс/проект по жизненному циклу);
- неясные экономические выгоды/чрезмерные инвестиции.

Социальные проблемы:

- вопросы конфиденциальности;
- слежка и недоверие;
- общее нежелание заинтересованных сторон меняться;
- угроза резкого роста корпоративного ИТ;
- потеря многих рабочих мест из-за автоматических процессов и процессов, контролируемых ИТ, в первую очередь это касается «синих воротничков».

Политические:

- переход с ручного управления на иерархическое управление активами;
- отсутствие регулирования, стандартов и форм сертификации;
- неясные правовые вопросы и безопасность данных.

Организационные (внутренние):

- вопросы ИТ-безопасности, которые значительно усугубляются необходимостью открытия ранее закрытых производственных цехов;
- надежность и стабильность, необходимые для критической межмашинной связи (M2M), включая очень короткое и стабильное время задержки;
- необходимость поддержания целостности производственных процессов;
- необходимость избегать любых ИТ-сбоев, так как они могут привести к дорогостоящим перебоям в производстве;
- необходимость защиты промышленных ноу-хау (содержащихся также в файлах управления оборудованием промышленной автоматизации);
- отсутствие достаточного набора квалифицированных кадров для ускорения перехода к четвертой промышленной революции.

Несмотря на проблемы, цифровая экономика — это единственный путь, который будет определять перспективы государства и (или) кооперации государств в экономическом и социальном плане.

Цели и задачи цифровой экономики

Целью цифровой экономики является всеобщее повышение экономической и социальной эффективности общества за счет решения таких задач, как:

- удовлетворение потребностей общества в товарах и услугах с минимальными затратами ресурсов и времени;
- резкое наращивание производительности труда;
- повышение гибкости и экономической эффективности производства;
- усиление безопасности и снижение рисков в производстве и обществе.

Цифровая экономика объединяет следующие основные направления (рис. 1):

- **экономика** (модели, ориентируемые на цифру);
- **управление** (по жизненному циклу);
- **производство** (инжиниринг и стандарты);
- **цифровые технологии** (единое цифровое пространство).

Для обеспечения взаимодействия этих дисциплин в рамках цифровой экономики необходимо построение единого цифрового пространства (рис. 2).

Значение единого цифрового пространства

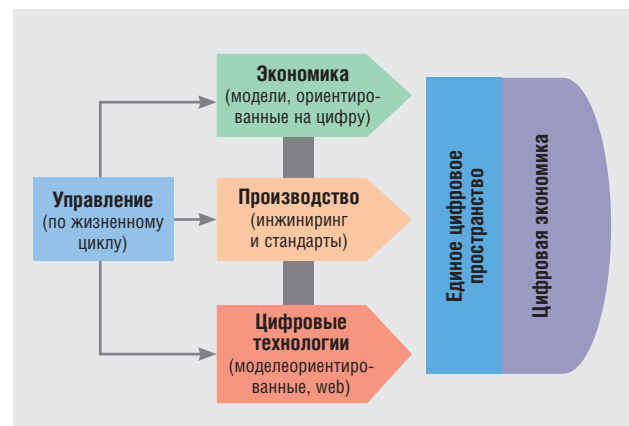
Чтобы научить взаимодействующие в рамках сложной системы технологические комплексы, процессы, ресурсы, модели и компьютерные сети понимать друг друга, необходимо согласованное представление объектов реального и виртуального мира.

В информационной структуре цифровой экономики эта задача может быть решена только на основе Международных информационных стандартов, которые обеспечивают «бесшовное» взаимодействие на всех уровнях управления:

- пространство измерений и идентификации объектов (*Edge*);

Рисунок 1

Структура цифровой экономики



➤ Промышленная концепция «Индустрия 4.0» — это глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, основанная на интеграции в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов.

- технологический производственный комплекс (*Plant*);
- корпорация (*Enterprise*);
- отрасль (*Industry*).

Концептуальный принцип построения единого информационного пространства на уровнях «корпорация» и «отрасль» рассмотрен в докладе [1]. Принцип базируется на корпоративной модели данных «актив/процесс/ресурс/проект». Сегодня данный принцип становится фундаментальным, он закреплён в стандартах ГОСТ ИСО 12006, ГОСТ ИСО 15926 и других и может стать основным для обеспечения единства всех составляющих цифровой экономики.

Роль международных информационных стандартов

Развитие Международных информационных стандартов имеет долгую историю, и сейчас наступил важнейший ее этап.

Это связано с тем, что продолжительный период накопления цифрового опыта (автоматизация производства, Интернет, цифровое управление, цифровое проектирование, экспертные системы, цифровая медицина и др.) позволил человечеству подготовить переход к IV укладу экономики (цифровой экономике) [2].

Рисунок 2

Единое цифровое пространство



Некоторые мировые корпорации уже имеют большой опыт цифровизации экономики и производства при использовании корпоративных, отраслевых и международных информационных стандартов (нефть и газ, энергетика, оборонный комплекс).

Стандарты концепции IIOT (промышленный Интернет)

Многие производственные корпорации уже разработали стратегии перехода к цифровизации (GE, Siemens), ведут исследовательские работы и выходят на рынок с продуктами класса промышленного Интернета IIOT (Predix, MindSphere).

Архитектура IIRA (*Industrial Internet Reference Architecture*) концентрируется на нескольких критических характеристиках: безопасность, защита информации, гибкость, что соответствует стандарту ISO/IEC/IEEE 42010: 2011.

Пока основная сфера применения IIOT — управление сложным промышленным оборудованием.

Для реализации решения необходимо разработать модель данных (иерархию активов и процессов), качественные справочники и классификаторы, а также перечень стандартизованных продукции и материалов.

Несмотря на большие перспективы и новые возможности промышленного Интернета, многие факторы могут помешать его росту [3]. Опрос о видении возможных барьеров показал, что почти две трети респондентов согласны с широко распространенным мнением о том, что безопасность, совместимость (единое цифровое пространство) и информационные стандарты являются крупнейшими проблемами.

Концепция и стандарты *Plant* (производство) — Индустрия 4.0

Индустрия 4.0 — «проект будущего» немецкого федерального правительства. Это стратегический план развития экономики Германии, предусматривающий совершение прорыва в области информационных технологий.

Максимального эффекта предполагается добиться от соединения традиционно сильных позиций Германии в области индустрии с новейшими достижениями в области информатизации.

Промышленная концепция «Индустрия 4.0» — это глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, основанная на интеграции в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов, состоящая из следующих шести подсистем:

1. PLM (*Product Lifecycle Management*) — управление жизненным циклом изделия;
2. *Big Data* — большие данные;
3. *SMART Factory* — умный завод (интеллектуальная фабрика);
4. *Cyber-physical systems* — киберфизические системы;
5. *Internet of Things* (IoT) — Интернет вещей;
6. *Interoperability* — интероперабельность (функциональная совместимость).

На *рис. 3* показана системная архитектура платформы Индустрия 4.0.

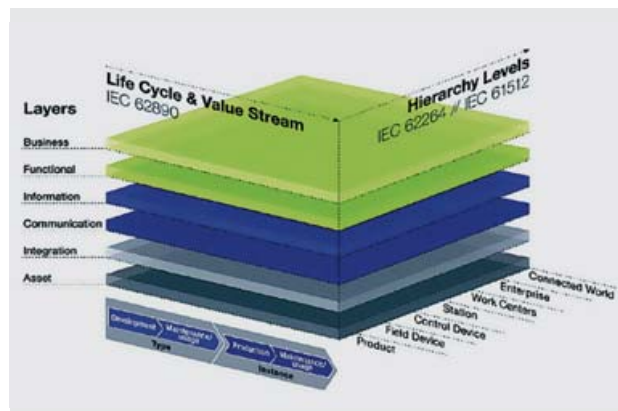
Системообразующими стандартами построения информационной архитектуры являются IEC/PAS 63088(2017) (DIN SPEC 91345-2016) *Smart manufacturing — Reference architecture model industry 4.0* (RAMI4.0).

Стандарт определяет: активы в Индустрии 4.0; референтную модель архитектуры RAMI4.0; компоненты Индустрии 4.0.

IEC 62832 *Reference model for representation of production facilities (Digital Factory)* — рассматривается для блока администрирования.

Рисунок 3

Системная архитектура платформы «Индустрия 4.0»



➤ **Индустрия 4.0 — «проект будущего» немецкого федерального правительства. Это стратегический план развития экономики Германии, предусматривающий совершение прорыва в области информационных технологий.**

Стандарт IEC 62890 «Управление жизненным циклом для систем и продуктов, используемых для измерений, управления и автоматизации в процессном производстве» определяет онтологические модели управления жизненным циклом и стратегии управления им.

IEC 62264 (ISA 95) *Enterprise-control system integration* — интеграция систем управления предприятием.

IEC 61512 (ISA 88) *Batch Control* — управление серийным производством.

В рамках архитектуры платформы «Индустрия 4.0» важное значение имеет стандартная оболочка администрирования — *Administration Shell*. Сферы применения (функции) *Administration Shell*: диагностика, обслуживание, управление жизненным циклом, миграция систем, оптимизация, совместное управление беспроводным доступом, управление безопасностью.

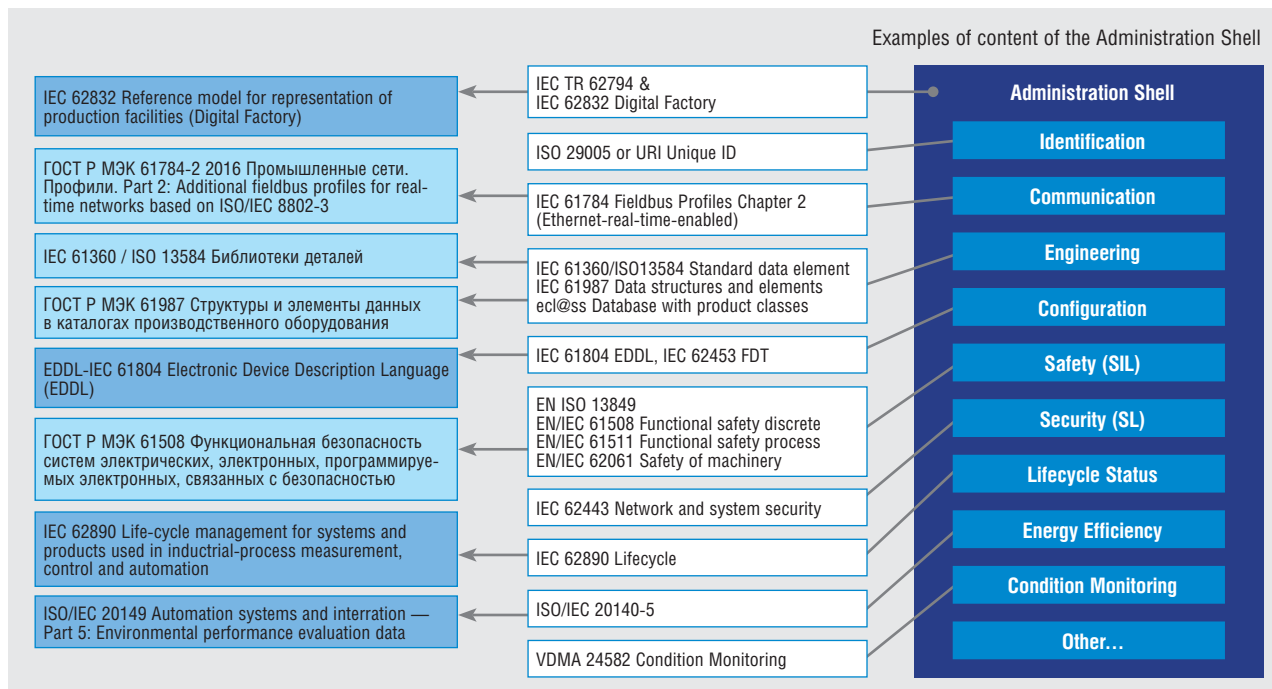
Информационные стандарты, используемые в перспективной оболочке администрирования, приведены на *рис. 4* и сгруппированы по дисциплинам: идентификация, коммуникации, инжиниринг, конфигурация, безопасность, статус жизненного цикла, энергоэффективность, мониторинг состояния и др.

В расширенный перечень стандартов могут войти и дополнительные стандарты, включая стандарт интеграции данных по жизненному циклу — ISO 15926.

Анализ показывает, что концепция «Индустрия 4.0» использует иерархию активов (*Hierarchy Level* — IEC 62264); процессную модель по жизненному циклу (*Life Cycle & Value Stream* — IEC 62890) и «уровни» связей процессов и активов (*Layers*).

Рисунок 4

Стандарты блока администрирования



Такой подход полностью соответствует модели «актив/процесс/ресурс», описанной ранее применительно к цифровой корпорации.

В связи с этим можно говорить о едином подходе в рамках построения единого цифрового пространства для цифровой экономики уровня *Plant-Enterprise-Industry*.

Стандарты концепции *Enterprise* (Корпорация)

Формирование концепции архитектуры цифровой корпорации *Enterprise* только начинается. Требования к ее построению более сложные и жесткие. В процессе решения проблемы за основу могут быть взяты лучшие мировые практики корпоративного управления. Особенность корпорации — объединение множества технологических комплексов (чаще всего территориально распределенных), производящих разные виды продукции и имеющих общие активы, используемые для управления и решения стратегических задач.

В связи с этим концепцию *Enterprise* можно представить как систему управления активами по жизненному циклу на базе корпоративной модели данных, которая, используя международные информационные стандарты, формирует единое цифровое пространство.

Используя опыт цифровизации крупнейших мировых корпораций, а также уже зарекомендовавшие себя стандарты управления и цифрового представления активов, процессов и ресурсов, можно сформировать примерную структуру стандартов (рис. 5).

Сравнивая стандарты Индустрии 4.0 (*Plant*) и стандарты цифровой корпорации (*Enterprise*), можно найти много общего, а главное — концепция построения единого цифрового пространства основана на единых принципах: актив/процесс/ресурс/проект и использует онтологическую модель данных стандарта ISO 15926 или связанных с ним стандартов.

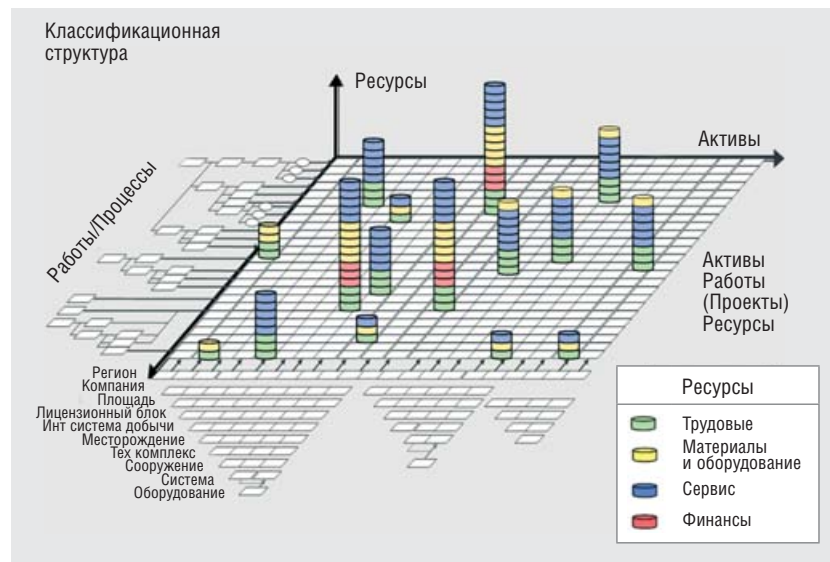
Выводы

Концептуальные проблемы цифровой экономики связаны с необходимостью разработки методических моделей экономики, цифровых моделей производства и управления, единого цифрового пространства, систем искусственного интеллекта, моделей и практик интероперабельности, цифровых информационных систем и международных информационных стандартов.

В настоящее время полнота и качество решения этих проблем находятся на разных уровнях, но движение вперед уже начато исследовательскими группами и крупнейшими корпорациями мира.

Рисунок 5

Классификационная структура актив/процесс/ресурс



По сути, Индустрия 4.0 — это тенденция к автоматизации и обмену данными в производственных технологиях и процессах, к которым относятся киберфизические системы (CPS), Интернет вещей (IoT), промышленный Интернет вещей (IIoT) [4–6], облачные вычисления, когнитивные вычисления и искусственный интеллект.

Международные информационные стандарты и единое цифровое пространство позволят решить многие концептуальные проблемы цифровой экономики.

Для формирования единого цифрового пространства и интеграции решений в рамках цифровой экономики (Индустрия 4.0 — *Plant*, цифровая корпорация — *Enterprise*, цифровая от-

расль — *Industry* и др.) целесообразно использовать единые стандарты и принципы построения интегрированного цифрового пространства на базе цифровых моделей класса «актив/процесс/ресурс».

ПЭС 20068 / 24.06.2020

Источники

1. Кукшев В.И. Эффективная информационная стратегия и международные стандарты [Электронный ресурс] // VI Международная конференция «ИТ-Стандарт», 2015, Москва, МИРЭА. URL: <http://www.itstandard.ru/151/Кукшев.pdf>.

2. Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services [Электронный ресурс] // World Economic Forum. 2015, January. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf.

3. Кукшев В. Международные стандарты цифровой экономики (ISO/IEC). Российский опыт [Электронный ресурс] // XIV Международная конференция «Нефтегаз-стандарт-2018», Екатеринбург, 2018. URL: https://238923.selcdn.ru/tm_production/media/files/events/extra_data/153/presentation/3_Kukshev_VI.pdf.

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

5. Plattform Industrie 4.0 [Сайт]. URL: <http://www.plattform-i40.de>.

6. Шесть составляющих Industry 4.0 [Электронный ресурс] // Центр промышленной робототехники KAWASAKI-POLITEK. URL: <http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html>.

References

1. Kukshev V.I. *Effektivnaya informatsionnaya strategiya i mezhdunarodnye standarty* [Effective Communication Strategy and International Standards]. VI Mezhdunarodnaya konferentsiya "IT-Standard", 2015, Moscow, MIREA, available at: <http://www.itstandard.ru/151/Kukshev.pdf>.
2. *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services*. World Economic Forum. 2015, January, available at: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf.
3. Kukshev V. *Mezhdunarodnye standarty tsifrovoy ekonomiki (ISO/IEC). Rossiiskii opyt* [International Standards for the Digital Economy (ISO/IEC). Russian Experience]. XIV Mezhdunarodnaya konferentsiya "Neftegazstandart-2018", Ekaterinburg, 2018, available at: https://238923.selcdn.ru/tm_production/media/files/events/extra_data/153/presentation/3_Kukshev_VI.pdf.
4. *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformations and use of exponential technologies*. Deloitte, available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>.
5. *Plattform Industrie 4.0*, available at: <http://www.plattform-i40.de>.
6. *Shest' sostavlyayushchikh Industry 4.0* [Six Components of Industry 4.0]. Tsentr promyshlennoi robototekhniki KAWASAKI-POLITEK. available at: <http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html>.