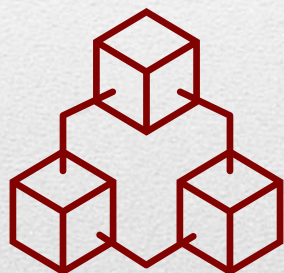


Стандарты и цифровые платформы: Мировая практика и конкурентные разработки

Кукшев Вячеслав Иванович
эксперт ТК 164;
эксперт ISO/IEC JTC 1 SC 42,
IEC/SC65E и ISO/TC184/SC5.

Цифровые платформы и стандарты



Цифровые платформы и проблемы интероперабельности

Цифровая платформа - это основанная на программном обеспечении онлайн-инфраструктура, которая облегчает взаимодействие и транзакции между пользователями.

Цифровые платформы и Индустрия 4.0*

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
CN: Intelligent Manufacturing System Architecture

Dirig Liu
1 hour

China

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
FR: Reference model for the smart manufacturing standards landscape

1 hour

France

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
GE: IEC/PAS
Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI4.0)

2 hours

Germany

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
JP: Industrial value chain reference architecture (IVRA)

1 hour

Japan

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
JP: A proposal of Smart Manufacturing reference model

1 hour

Japan

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
US: NIST: Smart Manufacturing Systems: Standards Landscape & Reference Models

1 hour

USA

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
SE: Thomas Lundholm 2017-07-05

I could briefly present some smart manufacturing results from and initiatives in Sweden regarding:

- LISA (line information system architecture)
- tweeting machine
- the Engineering innovation factory
- model-driven process and quality planning
- digital twins for efficient tool usage in manufacturing
- digital manufacturing infrastructure
- Swedish/German tested for smart manufacturing.

1 hour

Sweden

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
KR: Soonhng Han

- RAMI 4.0 + simplification proposal

1 hour

Korea

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
US: Dan Carnahan

- Enterprise Reference Architecture (ISO 15704 - Requirements for Enterprise reference architectures and methodologies)
- Enterprise Control Models (IEC 62264 - Enterprise-Control System Integration)
- Key Performance Indicators (ISO 22400 Manufacturing Operations Management - Key Performance Indicators)
- Open Technical Specifications (ISO 23002 - Exchange of Characteristic Data)
- Data Quality (ISO 8800)
- Open Technical Interfaces (ISO 22745 - Application to Exchange of Master data)
- Oil & Gas Industry Interoperability (ISO/TC 184/WG 6, Project ISO 18021 - Automation systems and integration - Oil and Gas Interoperability)
- Other relevant ISO/TC 184/IEC 3 standards

1 hour

ISO Standards

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
US: Richard Martin

- Attached are:
 - 1) a list of eight (8) questions regarding the JWG21 Terms of Reference (Several are newly stated to make sure I understand the intent of the JWG21 effort while others seek to clarify the guidance the Terms of Reference are to provide).
 - 2) a spreadsheet based upon ISO 15704 - Requirements for enterprise-reference architecture and methodologies, with an assessment of several documents against conformance with ISO 15704, and
 - 3) several articles highlighting aspects of the "smart manufacturing" concept.
- And some documents regarding smart manufacturing

No presentation planned

ISO 15704

IEC TC65 & ISO TC184 JWG21
CA: Wally Leonard

- I currently have no issues, other than a few concerns that I am hopeful will be addressed by the forthcoming information package... these concerns stem from my initial take on the direction set by the ISO strategic business plan which defines a basis for manufacturing, smart automation and smart manufacturing as a means to extend the enterprise capabilities of a manufacturing organization... at the reference level, there are well defined principles and requirements to guide the development of enterprise reference architecture and use of methodologies... it is being recognized that reference models to assist business technical staff in laying down the concrete details of the enterprise architecture components emerge to highlight the functional and cross-functional integration points, where information flows must be managed to protect the integrity of critical data flows in the cycle.
- Finally and most importantly, enterprise reference models provide direction to define critical integration points to develop information integration and communication requirements that will maximize the asset, operations and maintenance interoperability.
- Below, I highlight a complete list of the ISO standards that represent what I am concerned for your consideration.

1 hour

Canada

• Canvas from JP

1 hour

Japan

... Others

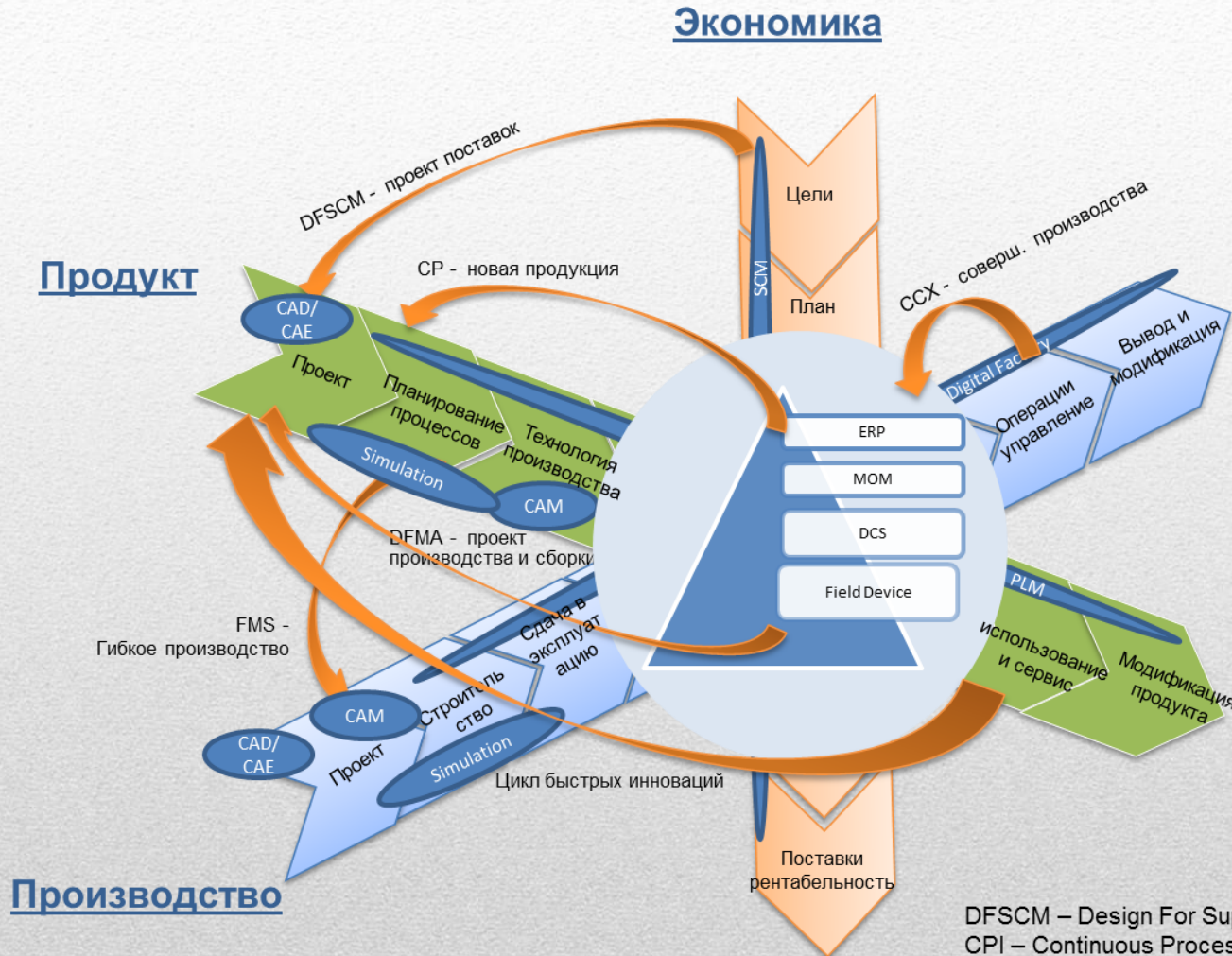
- + Spain
- + UK
- + Italy

Эталонная архитектура RAMI 4.0



Пространство решений в соответствии с особенностями Industry 4.0

Цифровое производство (КФС)



DFSCM – Design For Supplying Chain Management
CPI – Continuous Process Improvement
CCX – Continuous Commissioning
DFMA - Design For Manufacturing and Assembly
FMS – Flexible Manufacturing

Программы и стандарты цифровой экономики (появление новых платформ и стандартов)

- **Национальные Smart программы:**

- Германия «Industry 4.0»
- Китай «Fusion of Informatization and Industrialization»
- Корея «Manufacturing Innovation 3.0»
- Япония «Intelligent Manufacturing Systems program»
- США multiple Industry-Academia consortia programs

- **Интернет вещей**

- IEEE P2413 Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)
- ISO/IEC JTC WG10 “Internet of Things”
- ITU Study Group 20 “IoT and its applications including smart cities and communities”

- **ISO**

- Strategic Advisory Group (SAG) on Industry 4.0/Smart Manufacturing
- ISO TC 184 Industrial Automation Standards
- ISO 8000 Data Quality Standards
- ISO/IEC JTC 1/SG 2 Big Data

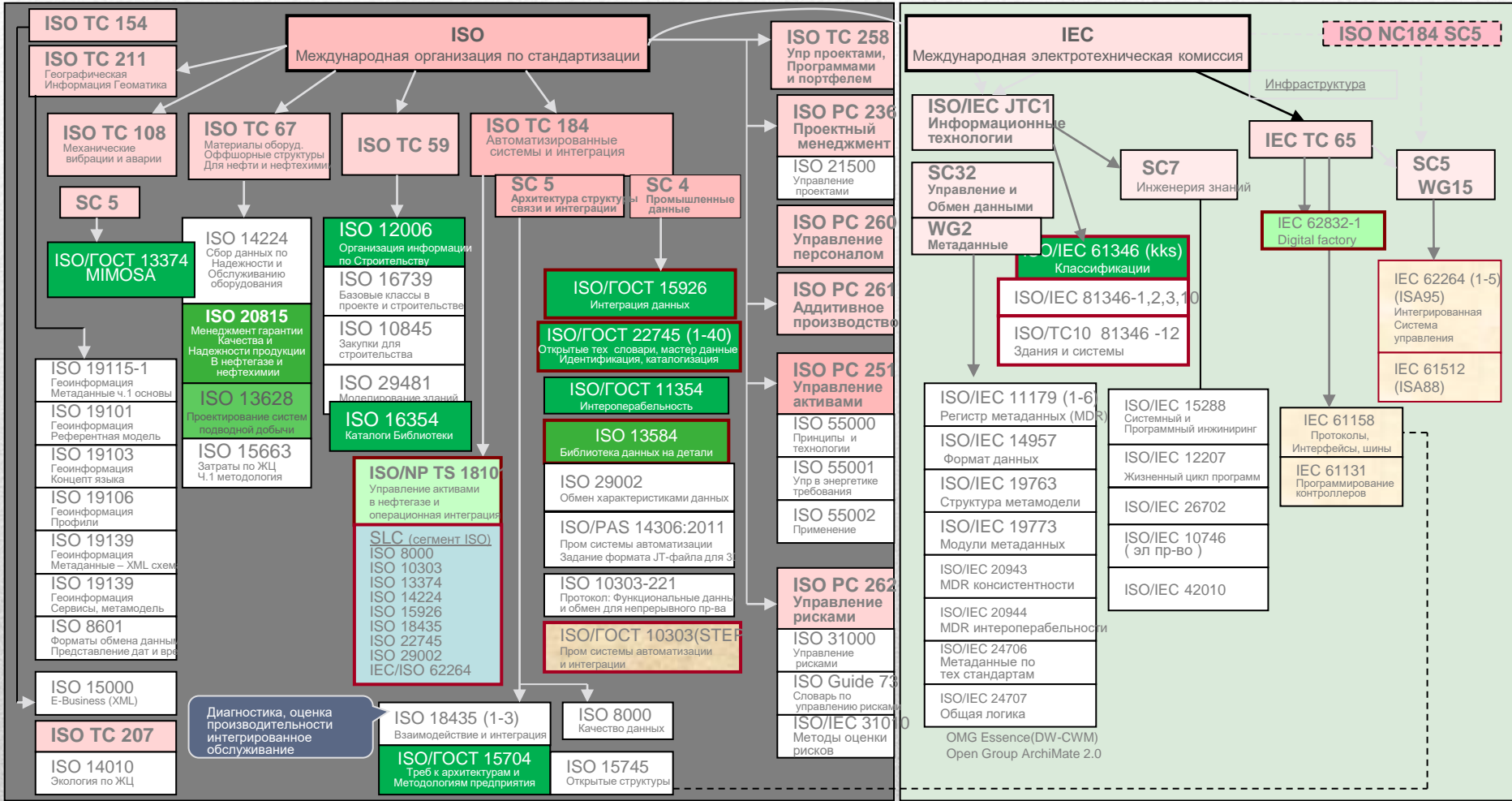
- **IEC**

- Strategic Group 8 “Industry 4.0 / Smart Manufacturing”
 - IEC TC 17, 22, 44, 65, 66, 71, 108, 111, 118 are addressing current automation standards
-

Сегменты информационных стандартов (ISO/IEC). Как с этим работать?

Enterprise

Plant

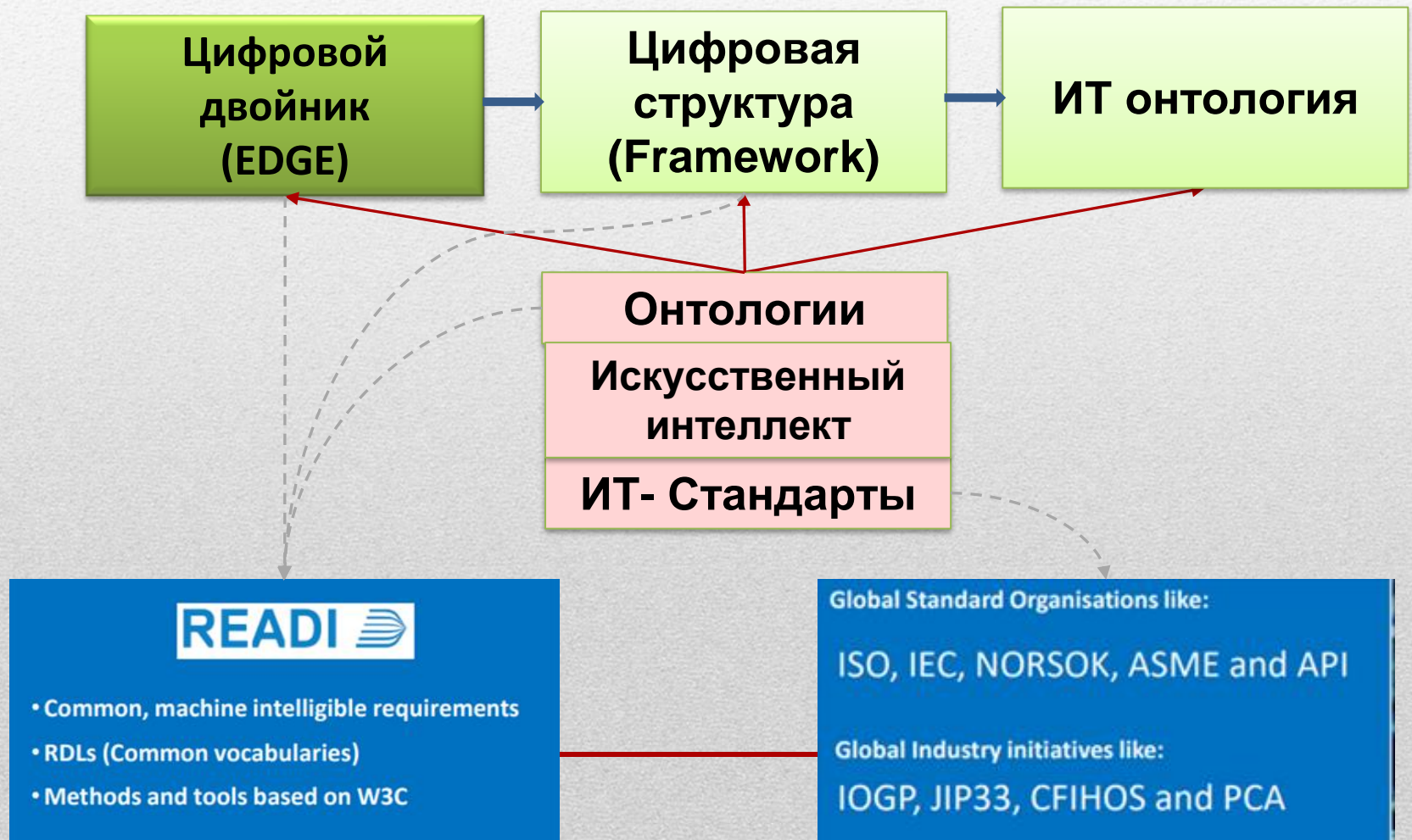


Новые подходы к стандартизации и достижению интероперабельности

Международные ассоциации и исследовательские центры:

«Необходимы современные подходы к стандартизации способные заменить многочисленные устаревшие стандарты и руководства по кодированию (классификации), которые несовместимы, неполны и являются причиной значительных затрат»

Ключевое решение по взаимодействию цифровых структур и стандартов



Цифровой двойник

Цифровой двойник — это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей.

Цифровой двойник (DTw)- цифровое представление целевого объекта с подключениями для передачи данных, которые обеспечивают конвергенцию между физическим и цифровым состояниями с соответствующей скоростью синхронизации.[ISO/IEC CD 30713]

Примечание 1: Цифровые близнецы обладают некоторыми или всеми возможностями подключения, интеграции, анализа, моделирования, визуализации, оптимизации и т.д.

Примечание 2: Цифровой двойник может предоставлять интегрированное представление на протяжении всего жизненного цикла целевого объекта

Интероперабельность

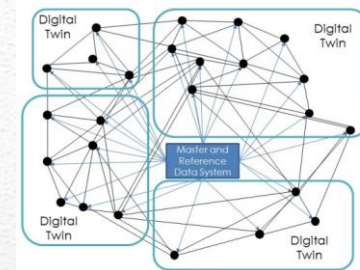
Information technology — Metamodel framework for interoperability (MFI)

Интероперабельность (interoperability): Способность двух или более информационно-технологических систем обмениваться информацией и совместно использовать передаваемую информацию. При этом нет необходимости знать текущие рабочие характеристики задействованных функциональных устройств. [ИСО/МЭК 2382-1]

Системная интероперабельность

Обеспечение интероперабельности требует стандартизации:

- 1) Интерфейсов
- 2) форматов сообщений
- 3) Общих структур метаданных
- 4) формы синтаксического представления обмениваемых данных.
- 5) онтологий



Подавляющее большинство разработчиков стандартов (например, ИСО, МЭК, UN, OMG W3C и т. п.) имеют **свои стандарты представления метаданных** в электронной форме.

Однако большая часть указанных стандартов несовместимы с метаданными промышленного характера.

Лавинообразный рост числа стандартов затрудняет совместное использование межотраслевой информации из разных областей знаний, требует задействования специальных процедур отображения и инструментов трансляции файлов. Ситуация усугубляется, если метаданные занесены в разные регистры. Поэтому практически невозможно создание глобальных динамических информационных сетей, проникающих в различные отрасли промышленности в разных странах.

Различные базы данных разрабатываются отдельно по различным стандартам (на представление метаданных) в соответствии с требованиями промышленного консорциума и конкретных организаций-разработчиков стандартов.

В данной ситуации практически **невозможно добиться требуемого уровня интероперабельности** ИТ приложений Производителя и Продавца или нескольких Производителей.

Allied Data Publication 34
(ADatP-34(K))

NATO Interoperability
Standards and Profiles

Volume 1

Introduction (Version 11)

3 Aug 2018

C3B Interoperability Profiles Capability Team

Методы достижения
интероперабельности:

1. Метод “Profilts”
2. Метод на базе онтологий

Интероперабельность определяет перспективу онтологий для стандартизации

1. Стандартные онтологии DTw (ГОСТ ИСО 21838, ISO 15926-14 и др)
2. Стандартные онтологии интероперабельности MFI (ГОСТ ISO/IEC 19763) и MDR (ГОСТ ИСО/МЭК 11179) комитета JTC 1/SC 32
3. Разработка промышленной онтологии IOF (Industrial Ontology Foundry).
4. Цель – создать промышленные онтологии с открытым доступом
5. Концептуальная архитектура IOF включает пять типов онтологий:
 - 1) Базовую онтологию (FO);
 - 2) Доменно-независимые справочные онтологии (DIROs);
 - 3) Доменно-специфические справочные онтологии (DSRO);
 - 4) Онтологии, зависящие от домена (DDO);
 - 5) Онтологии приложений (AO).

IOF (Промышленная композитная онтология) призвана синтезировать и поддерживать первые три типа онтологий.

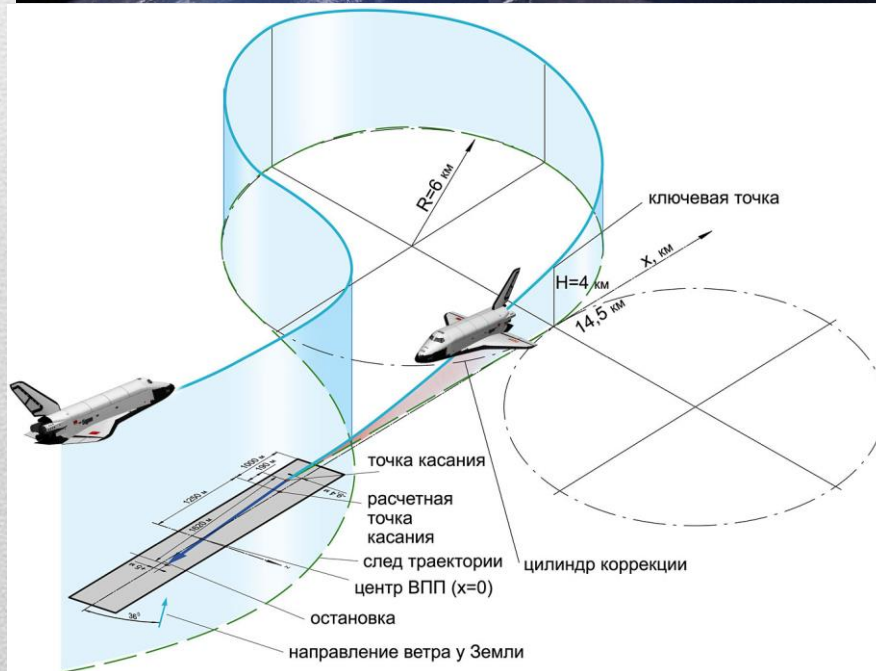
Искусственный интеллект

В настоящее время разрабатываются национальные и международные **стандарты ИИ для достижения интероперабельности (ТК 164, ЖТС 1/SC 42)**

Система ИИ – инженерная система, которая генерирует выходные данные, такие как контент, прогнозы, рекомендации или решения для заданного набора целей, определенных человеком. (ISO 22989)

Примечание: Инженерная система может использовать различные методы и подходы, связанные с искусственным интеллектом, для разработки модели представления данных, знаний, процессов и т.д. которые может быть использован для выполнения задач.

Цифровые роботы (беспилотники)



1. Адаптивные алгоритмы управления
2. Изменение полетного задания и маршрута
3. Функциональное резервирования и адаптация к отказам
4. Резервное программное обеспечение (аварийное)
5. Адаптивная база знаний, в т.ч. внешняя загрузка
6. Адаптация целевых функций

Системы Искусственного Интеллекта



Росстандарт

TK 164 РГ1

ГОСТ Р 59277-2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта



ISO/IEC JTC1 /SC 42/WG 1

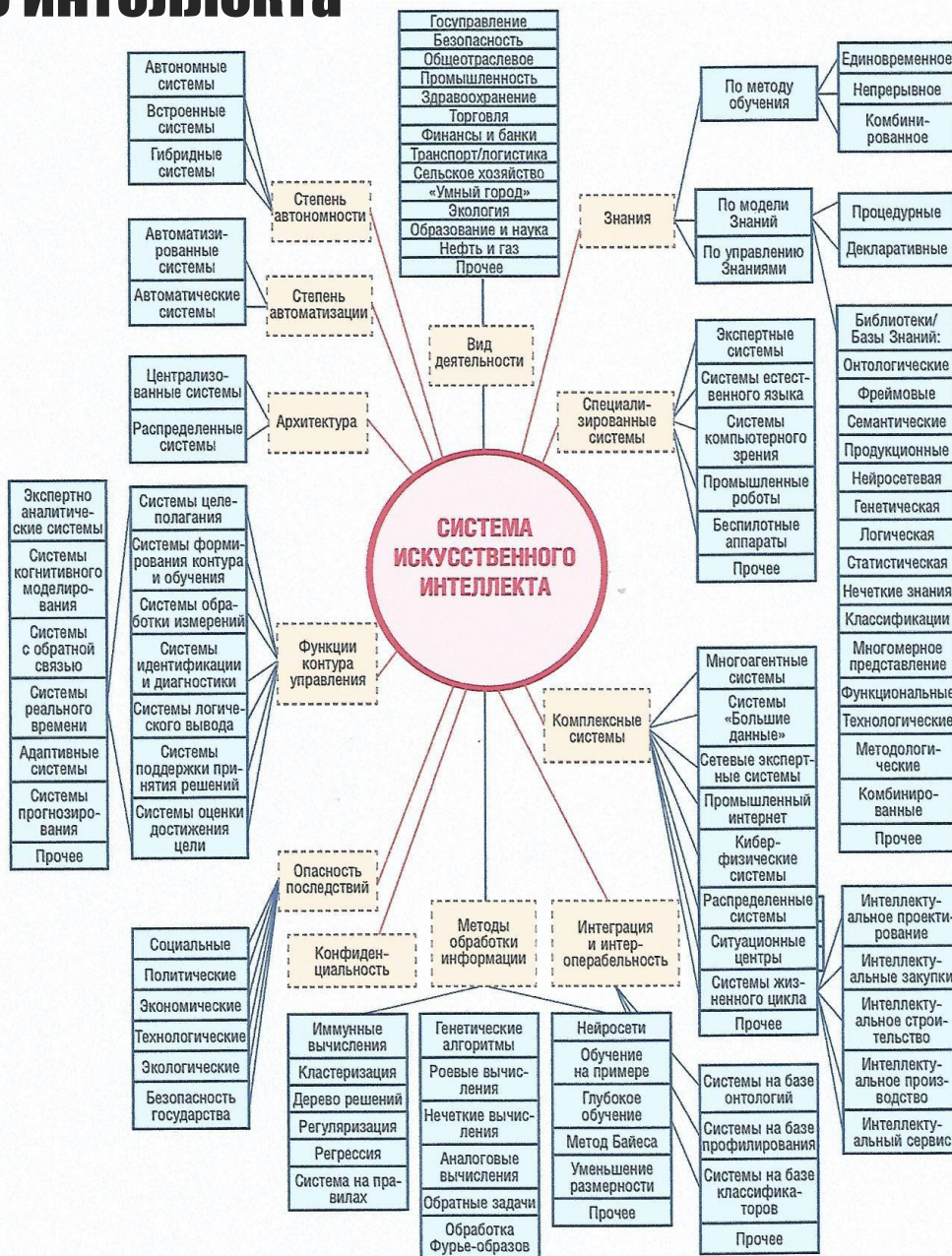
ISO/IEC 22989:2021

Information technology — Artificial intelligence — Artificial intelligence concepts and terminology

ISO/IEC JTC1 /SC 42/WG 1

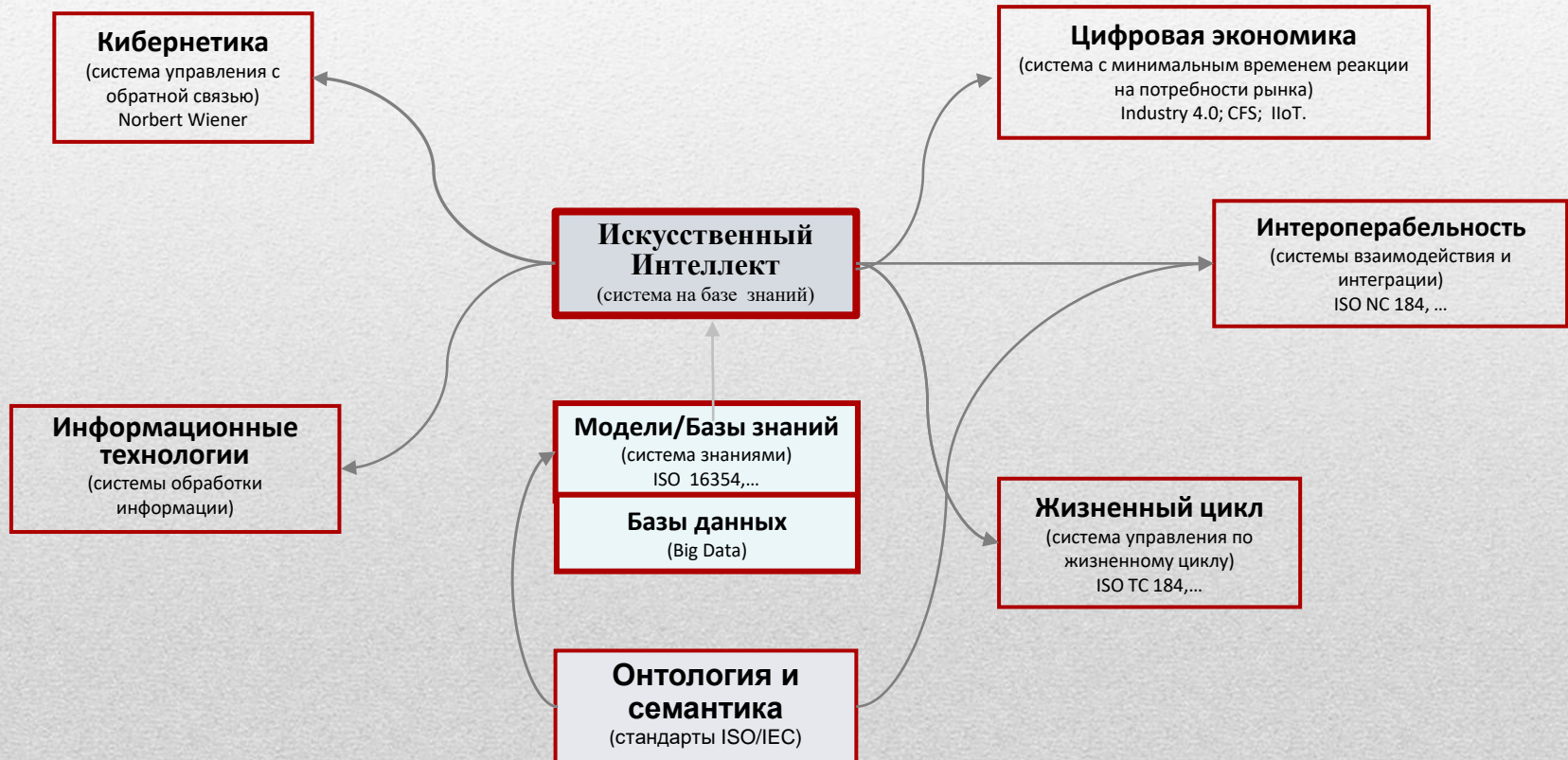
ISO/IEC 23053:2021

Framework for Artificial Intelligence (AI) systems using Machine Learning (ML)



Пространство концептуальных моделей и определений

1. При определении новой сущности следует учитывать пространство уже существующих сущностей в сфере стандартизации и управления
2. Понятие ИИ прочно входит во все направления цифровизации
3. По мере развития технологий определение ИИ менялось

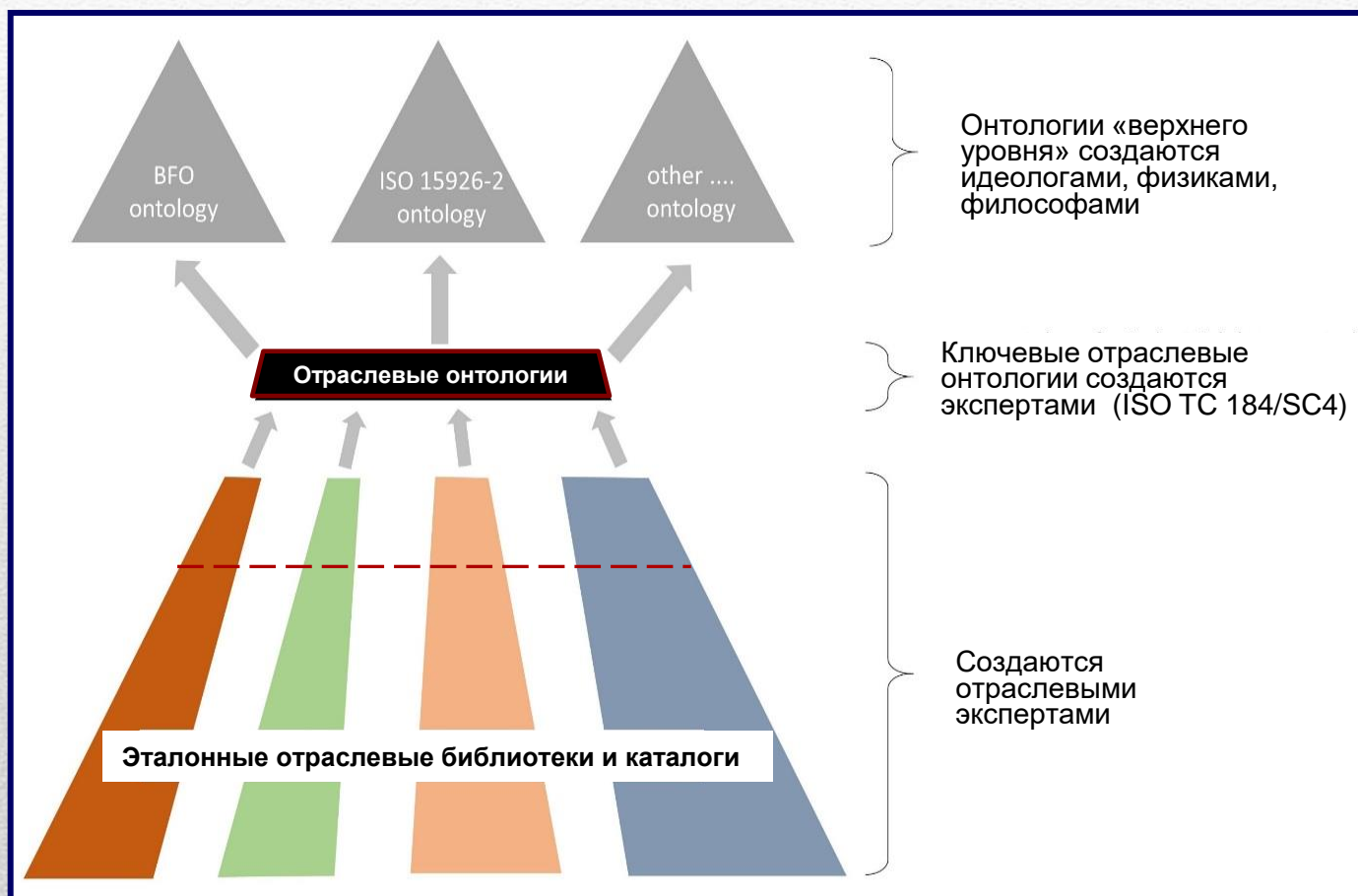


Онтологический подход к стандартизации

Онтология (ontology): Спецификация конкретных (абстрактных) сущностей и отношений между ними в рассматриваемой предметной области знаний.
[ИСО/МЭК 19763-3:2010]

Онтология (в ИТ) - явное описание множества объектов (реальных или виртуальных) и связей между ними (*концептуализация*).

Онтологии и иерархии промышленных данных (мнение экспертов ISO TC 184/SC 4 и дискуссии IEC TC65E, JTC1)



Онтологии DiCon (BIM)

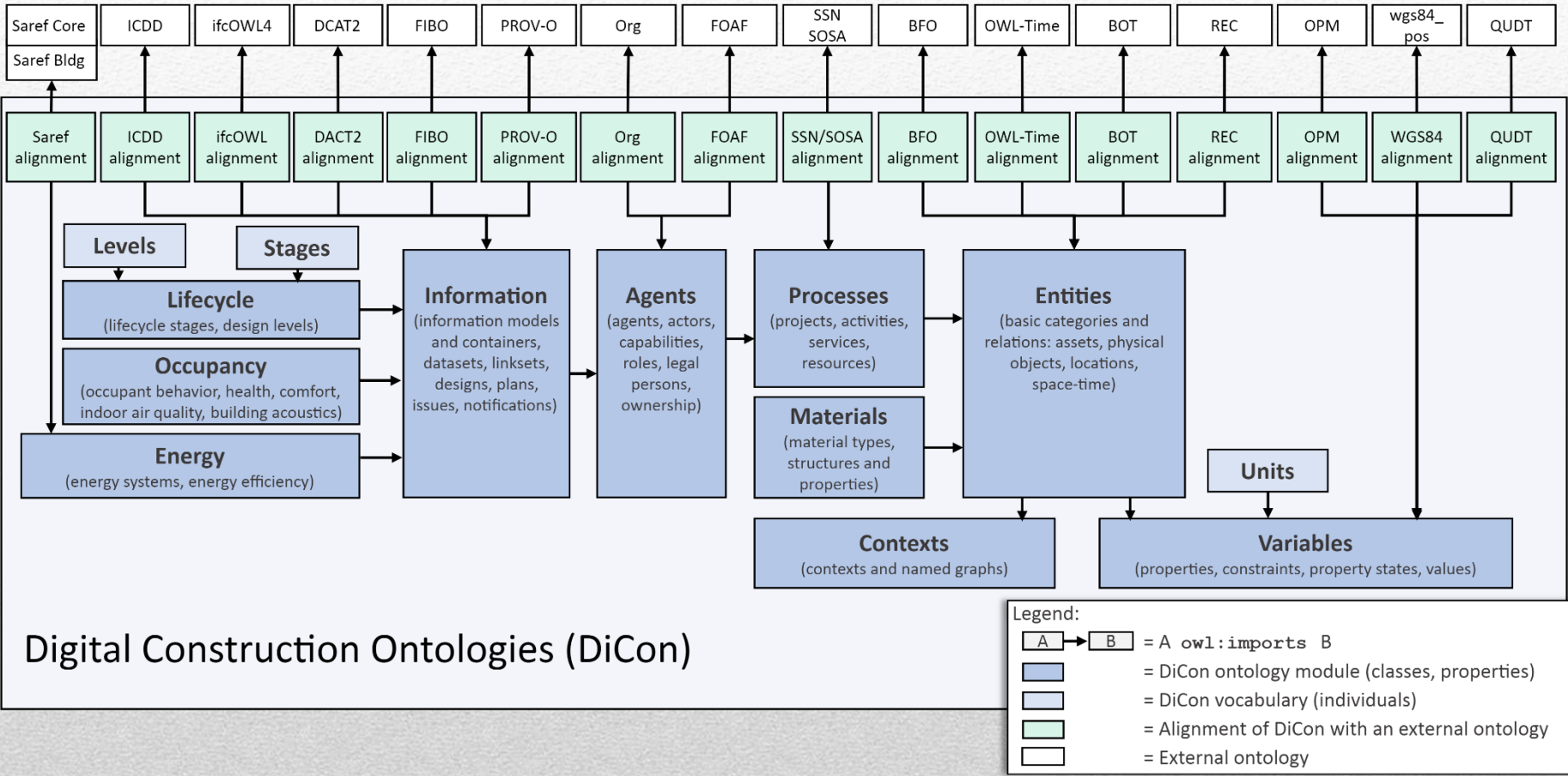
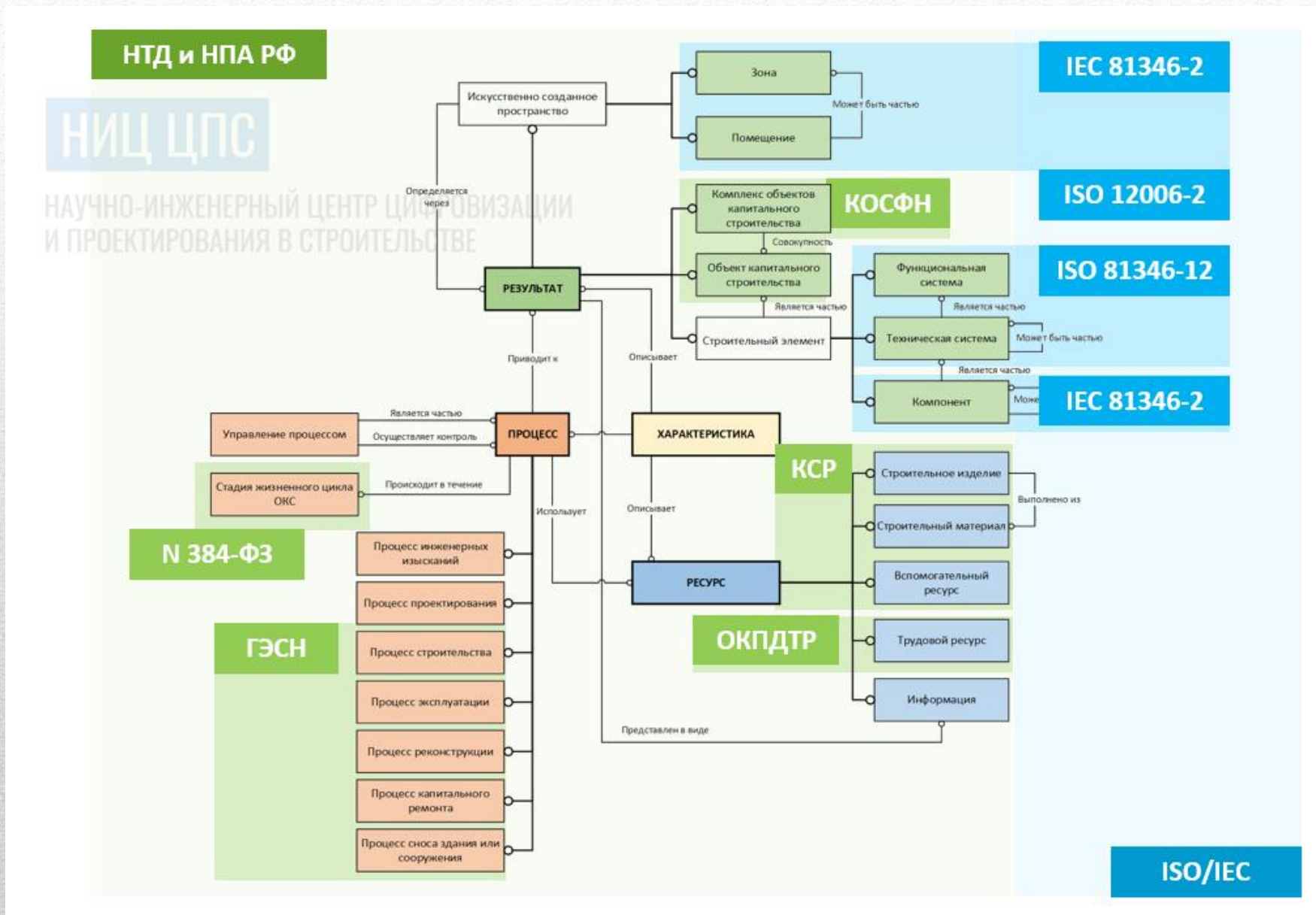


Схема взаимодействия онтологии и стандартов**



** НИЦ ЦПС (Строительство)

Цифровые платформы, интероперабельность и стандартизация

Структура (framework): Логическая структура классификации и организации сложной информации. [ИСО 27790:2009]

Цифровая платформа - это основанная на программном обеспечении онлайн-инфраструктура, которая облегчает взаимодействие и транзакции между пользователями.

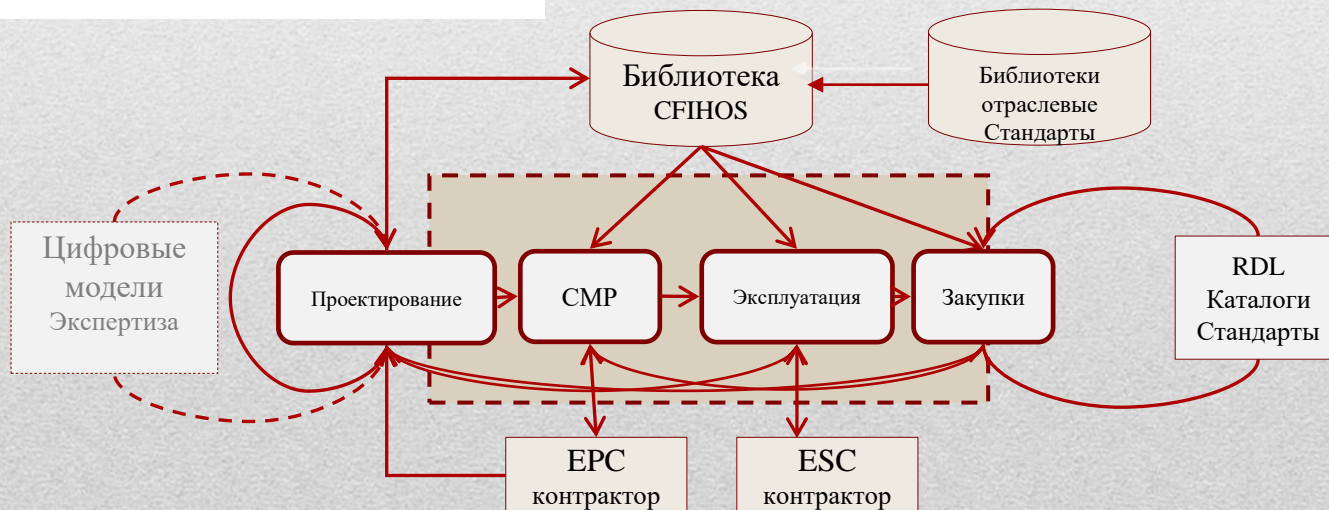
Практика цифровых платформ.

CFIHOS : Область действия стандарта



Capital Facilities Information HandOver Specification

- Каждая компания-оператор имеет свои стандарты и традиции эксплуатации
- Процессы проектирования, строительства, пуско-Наладки и конфигурирования промышленных ИТ систем для новых промышленных объектов одинаковы/СХОЖИ/следуют одной и той же логике
- Унификация / экономия сил на методологическую разработку стандартов передачи информации от EPC к Owner-Operator (OO)
- Возможность одновременной работы с различными EPC Компаниями



Перспективные решения на базе стандарта CFIHOS

- Крупнейшие производственные и ИТ компании широко используют CFIHOS
- На основе CFIHOS выпущено типовое ПО для проектного взаимодействия (HxGN SDx Model)

SDx Core

Производственный Комплекс, Площадка, Локация, Дисциплина, Ордер закупки, Обслуживаемая система-Подсистема, Модуль/Система, Контур коррозии, Структуры связей

Facilities Data Warehouse

Документы, Тэг, Активы, Модель

SDx Operations

Изменения, контейнеры, рабочие пакеты

Facilities Data Warehouse

Проектные атрибуты, Библиотека/Каталог данных, Документы и спецификации

SDx Projects

Контракты, Обзоры, Технические запросы и управление, связи, Процессы, Взаимодействия

Timeline

2012

CFIHOS project begins



October 2019

Latest CFIHOS industry standard (V1.4) published



January 2020

CFIHOS governance moves from USPI to IOGP

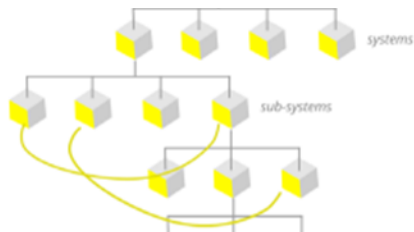
► CFIHOS был удостоен награды 2021 Excellence Award от DAMA (Ассоциация управления данными) за значительный вклад в области цифровизации

Перспективные разработки Цифровые структуры

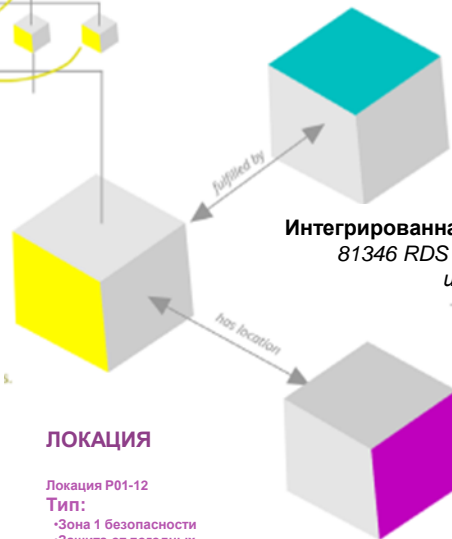
Проект стандарта **READI** (**R**equirement **A**sset **D**igital lifecycle **I**nformation) решает проблему создания отраслевой платформы для автоматизированной цифровой проверки требований и проектирования в нефтегазовой отрасли, включая классификацию, кодирование, управление и валидацию.

Цифровая платформа - framework (IMF)

Домен инженерии жизненного цикла (цифровой двойник)
Модель Спецификаций Актива



ФУНКЦИЯ
 Движение флюида
 Тип: Низкое давление
Свойства:
 •Требуемая Производительность
 •Требуемое Давление на выходе
 • требование по коррозии



ЛОКАЦИЯ

Локация P01-12
 Тип:
 •Зона 1 безопасности
 •Защита от погодных
 •Зона промывки
Свойства:
 •Позиция

ПРОДУКТ
 Тип:
 •Код
 •линия
Свойства:
 •Производительность
 •Давление на выходе
 •материал

Интегрированная информация по Активу
 81346 RDS база IMF как вход для интеграции

Спецификации требований

Требования:
 Нормативое
 Проектные
 К оборудованию
 Доменные треб

Верификация требований
 На базе SCD

Домен онтологии
 81346 RDS с основой IMF
Интероперабельность между предприятиями и отраслями

Домен онтологии
Интегрированная модель Актива

Модель объекта
 ID объекта



JSON-LD

Type definitions from library/ shared resource

IRI

JSON-LD



Цифровой ИТ Домен
Модель спецификаций Актива ИТ приложений

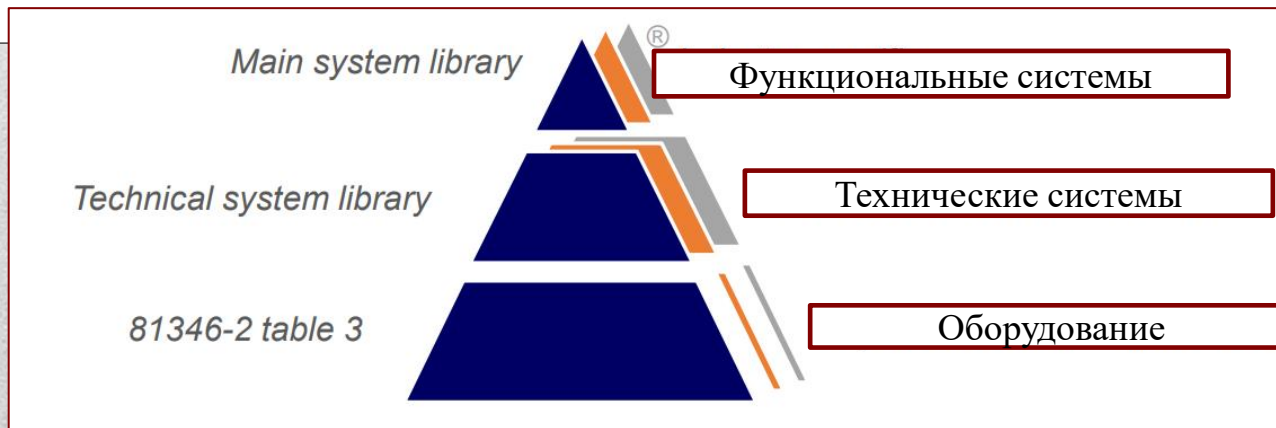
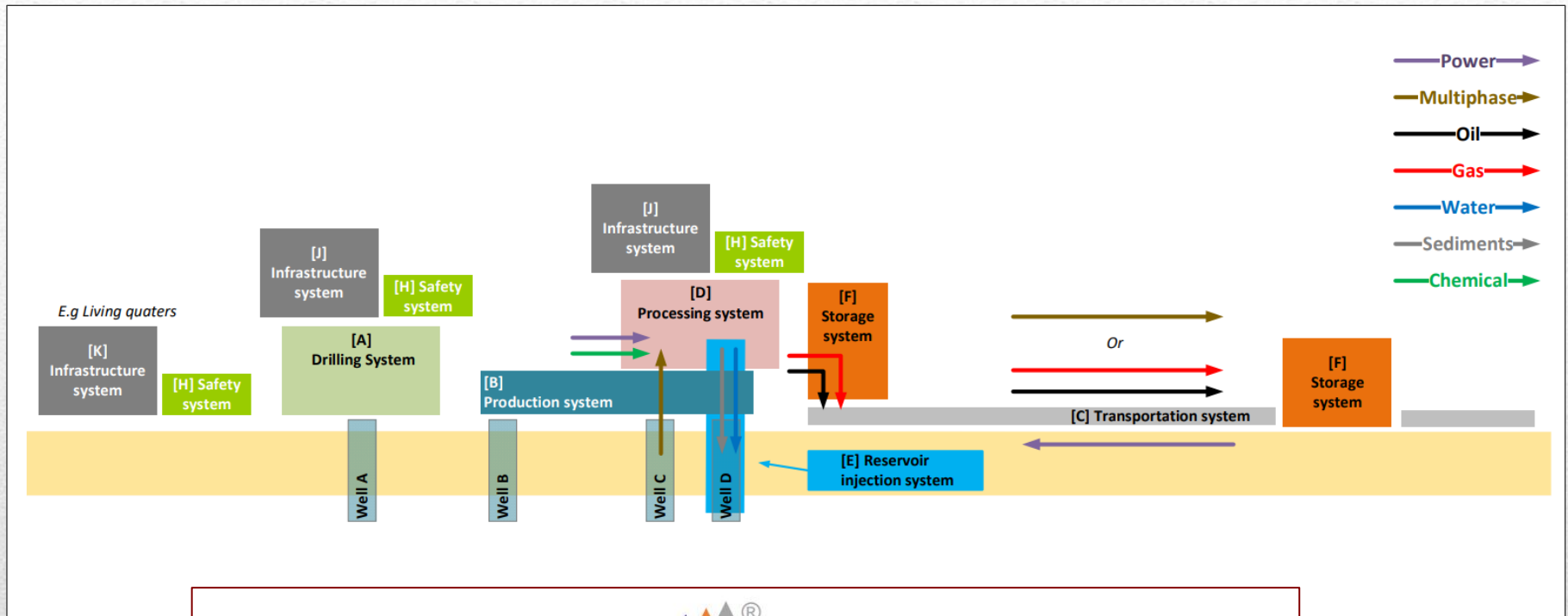


ИТ системы компании
 SAP, AVEVA, PDM, DCS, ...

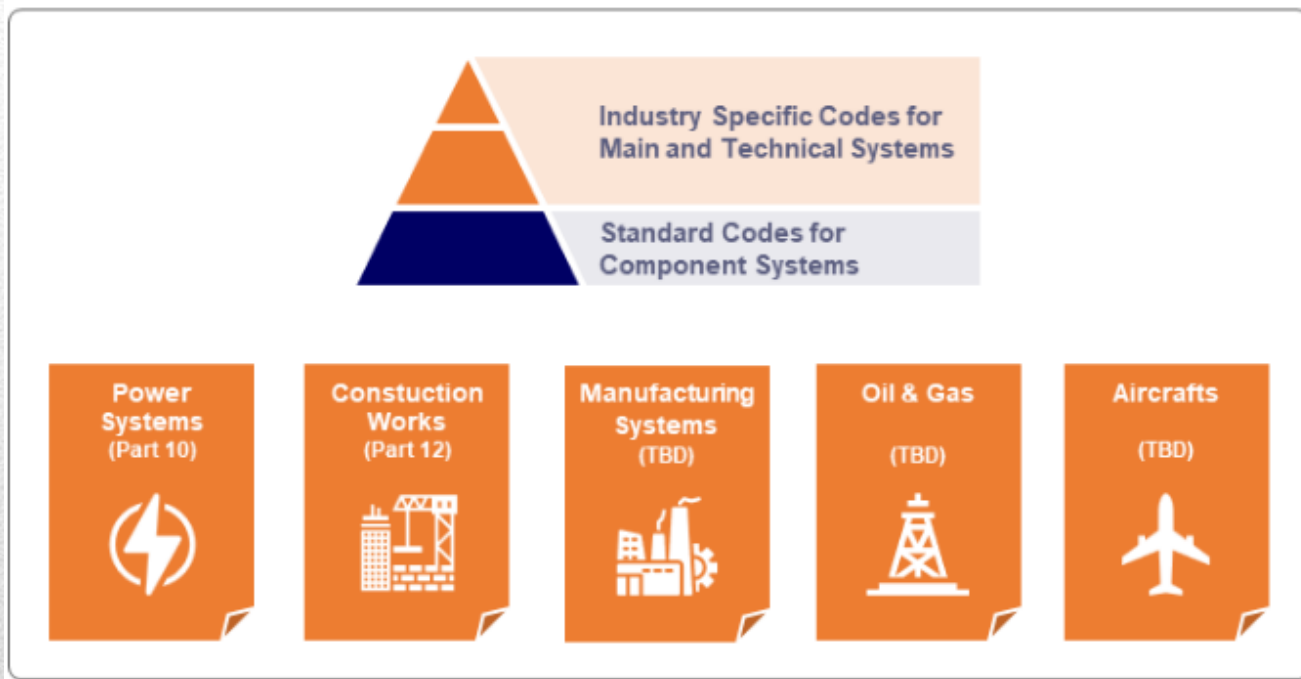
Интегрированная прикладная модель Актива



Функциональные системы и оборудование классификатора READI



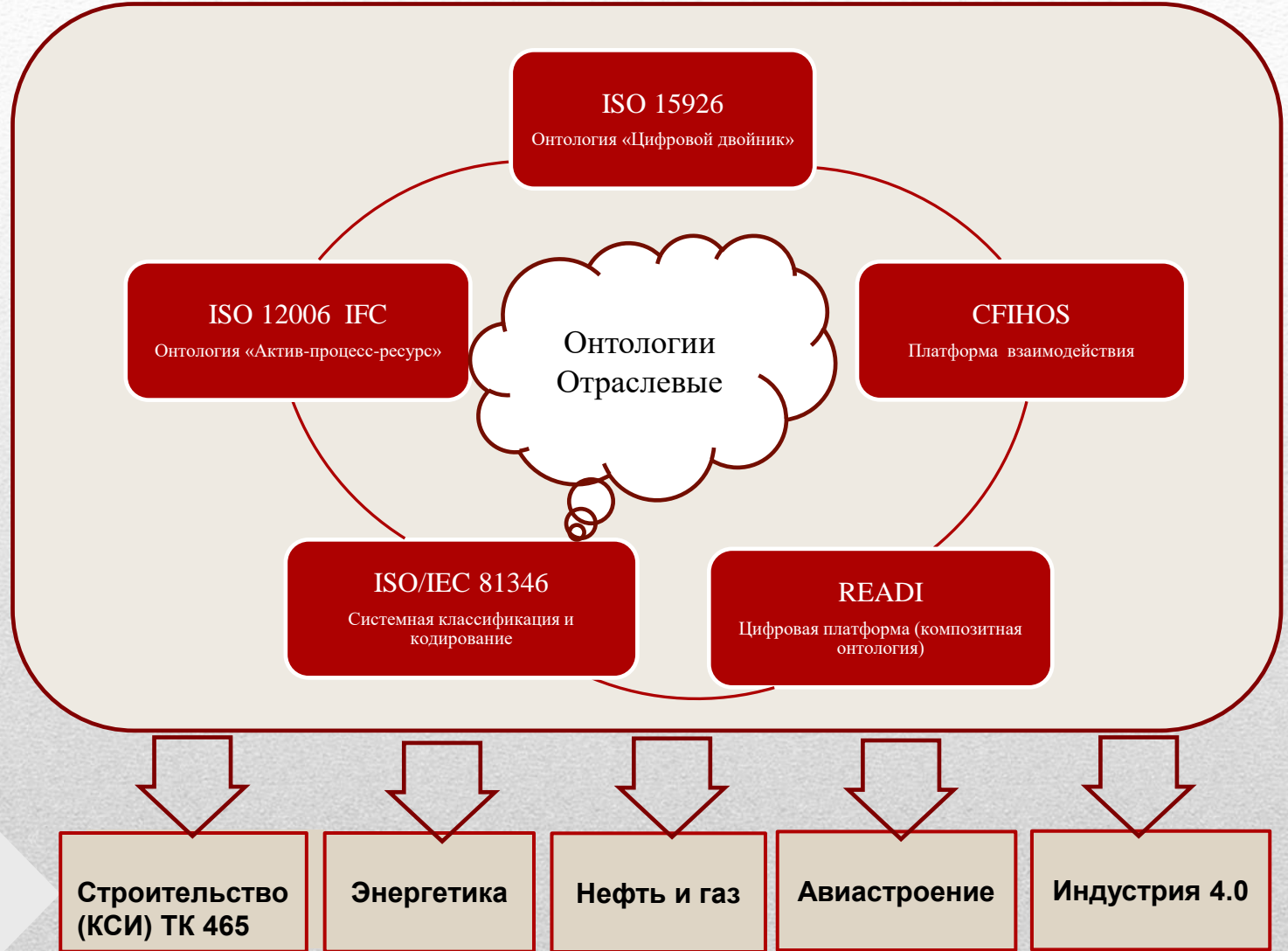
Межотраслевая интероперабельность



- Энергетика
- Нефть и газ
- Строительство
- Нефтехимия
- Производство (I4.0)
- Авиастроение



Перспективы: Стандарты формирования цифровых платформ



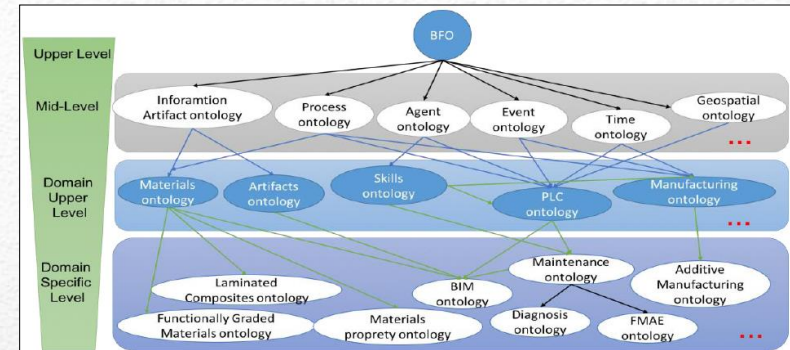
Композитные промышленные онтологии и стандарты межотраслевого взаимодействия

Композитная промышленная онтология - **Industrial
Ontology Foundry (IOF)**

Промышленные онтологии

Ассоциации в мире (2):

IOF ***



Всемирная ассоциация: Industrial Ontologies Foundry (IOF)

1. Разработка совместимых онтологий в промышленности
2. Цели:
 - Создание набора открытых и эталонных онтологий
 - Формирование организационной структуры и процессов управления разработкой, совместным использованием, обслуживанием, развитием и документированием онтологий.
3. Участники: OAGi, NIST, Dassault Systemes, Airbus, Национальный центр онтологических исследований и др., всего около 200 организаций

Композитная промышленная онтология IOF*

IOF	Industrial Ontology Foundry	Композитная промышленная онтология
FO	Foundation Ontology	Базовая онтология (BFO, DOLCE, PSL ...)
DIRO	Domain Independent Reference Ontologies	Доменно-независимые справочные онтологии
DSRO	Domain Specific Reference Ontologies	Доменно-специфические справочные онтологии
DDO	Domain Dependent Ontology	Доменно-зависимые онтологии
DIMO	“Domain Independent Mid-level Ontologies	Доменно-независимые онтологии среднего уровня
TLO	Top-Level Ontology	Доменно-независимые онтологии верхнего уровня
UO	Upper Ontology	Онтологии верхнего уровня
UDO	Upper-domain ontology	Доменные онтологии верхнего уровня
GO	Generic ontology	Генетические онтологии
DO	Domain Ontology	Доменные онтологии
DSO	Domain Specific Ontology	Доменно-специфические онтологии
RO	Reference Ontology (RO)	Эталонные онтологии
AO	Application Ontology	Онтологии ИТ-приложений

***An Analysis of the IOF Architecture – a Systems Integration Perspective**

Proceedings of the Workshops of I-ESA 2020,

Онтологии и стандарты в корпорациях

Demonstrator	Ontology/Standards uses
IRIS - Industrial codesign Support (Airbus Design and Manufacturing)	Standards: <ul style="list-style-type: none"> • ISO/IEC 21838 Ontologies: <ul style="list-style-type: none"> • IOF-Core (OAGi) • QU4LITY Ontology • GRACE Ontology • Z-BRE4K Ontology
SeDIM - Semantic Data Integration for Manufacturing (BOSCH Manufacturing)	Standards: <ul style="list-style-type: none"> • IEC 62264 Ontologies: <ul style="list-style-type: none"> • BOSCH Ontology (In-house development)
EngDemonstrator (Aibel Procurement)	Standards: <ul style="list-style-type: none"> • ISO 15926-14 Ontologies: <ul style="list-style-type: none"> • Material-Core (In-house development) • Standards Ontology (In-house development) • ChEBI • SKOS
Complex Equipments (Siemens Digital Manufacturing)	Standards: <ul style="list-style-type: none"> • ISO 15926 Ontologies: <ul style="list-style-type: none"> • QuED • SSN (датчики) • UMATI (взаимодействие станков на базе OPC UA) IEC 62541 • eClass • OPC-UA (in-house transformation from the standard) • CFIHOS

Вариант использования стандарт-онтология

Автоматизация производства микрочипов (Bosch), требует интеграции многочисленных наборов данных - от данных датчиков, генерируемых машинами в цехе завода, до спецификаций процессов и устаревших данных SAP.

Такая интеграция данных является сложной проблемой, Bosch использует разработку унифицированной информационной модели Индустрии 4.0 в виде онтологии, основанной на международном стандарте IEC 62264 и имеющей два уровня:

1. Онтология верхнего уровня, называемая основной онтологией Bosch I4.0, использует основную часть IEC 62264. Основная онтология – генетическая..
2. В конкретном сценарии интеграции данных базовая онтология дополняется доменно-специфичными онтологиями для охвата машин, материалов и процессов, специфичных для сценария.

Онтологии сопоставляются (маппинг) с наборами данных (дата-сеты) сценария, и доступ к данным можно получить единообразным образом, либо запрашивать напрямую, либо извлекать и отправлять в приложения, например, для аналитики, вычисления KPI и др.



Разработки и демонстраторы онтологий интероперабельности



Заключение

1. Построение перспективных структур стандартизации осуществляется на базе онтологий для достижения интероперабельности.
 2. Для поддержки межотраслевого и корпоративного взаимодействия используются единые стандарты, онтологии и цифровые платформы
 3. Разработка каталогов предполагает современные средства идентификации цифровых двойников и онтологий
 4. Лучших мировых практики используют весь комплекс средств для управления и наращивания мощности стандартизации
-