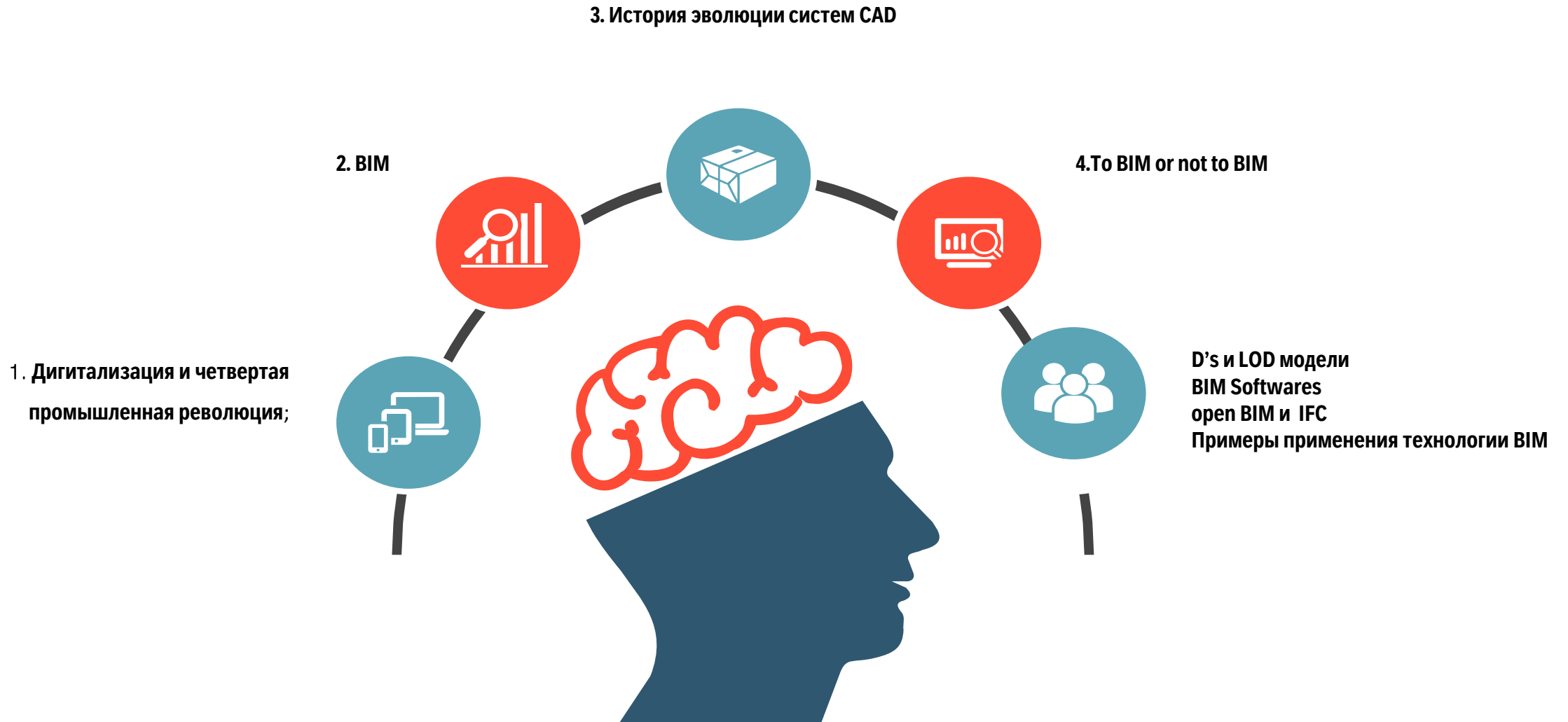
The background image is a composite of several elements. On the left, a human hand is shown in a gesture, as if interacting with a digital screen. In the center, there is a 3D model of a robotic arm, rendered in a light blue/white color, positioned as if it's working on or inspecting a surface. The background is a dark blue gradient with various technical and data-related elements. On the right side, there are several blue icons: a plus sign, a cross, a checkmark, and a magnifying glass. In the upper right, there's a circular gauge or dial with a needle pointing towards 270 degrees. Below it, there's a temperature reading of 75.0 C. Further down, another temperature reading of 68.0 C is visible. On the left side, there's a table with multiple columns and rows of data, some of which are highlighted in blue. The overall theme is digital technology, automation, and data management.

Дигитализация и цифровое моделирование BIM

Александра Шелестина,
BIM инженер, Norsk Wavin

Agenda



Александра Шелестина

BIM Engineer, Norwegian Wavin

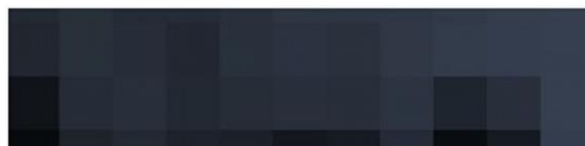
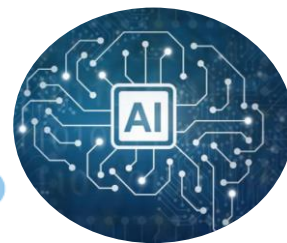
Образование:

УДХТУ MSc (Hons) Технология неорганических веществ, 2013

NMBU MSc Water and Environmental Engineering, 2017



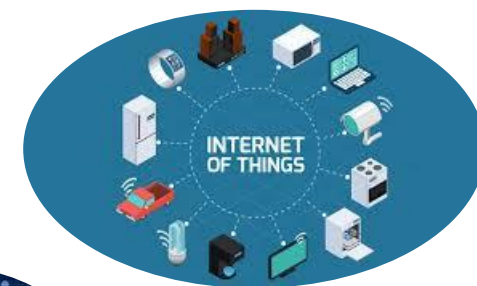
Дигитализация



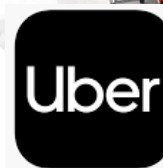
Число подключенных к интернету устройств, мир [млрд]



Google



BIG DATA



ARASH GILAN &
JONAS HAMMARBERG



Что общего?



BUILDING INFORMATION MODELING

The Periodic Table of BIM

The Periodic Table of BIM

1 Bs BIM Strategy																		2 Su Surveys and Reports
3 Fr Framework	4 Cu Culture and behaviour													5 Bt BIM Toolkit	6 Lod Level of detail	7 Loi Level of Information	8 Vi Videos	
9 Co Common methods	10 Po Process	11 As Assessment and need	12 Eir Employers info requirements	13 Cm Communication	14 In Investment	15 Sf Software	16 Cd Capital delivery phase	17 Cl Collaborative business relationships	18 Li Library objects	19 Cs Classification	20 An Analysis tools	21 Ev Events						
22 Pr Procurement route	23 Fo Forms of procurement	24 Ex Execution	25 Bep BIM execution plan	26 So Soft skills	27 Ch Change process	28 Ha Hardware	29 Op Operational phase	30 Po Protocol	31 Pe Prequalification questionnaires	32 Cafm Computer-Aided Facilities Management	33 Ct Cost tools	34 Fo Forums and user groups						
35 Ca Capability and capacity	36 Di Digital tools	37 De Delivery	38 Midp Master information delivery plan	39 Cp Cooperation	40 Sh Share success	41 Tr Training	42 Fm Facilities management	43 Qu Quality management systems	44 Bsdd buildingSMART data dictionary	45 Pg Programme tools	46 Ad Administration tools	47 Sc Social media						
48 St Standardisation and Interoperability		49 Ma Maintenance and use	50 Cde Common data environment	51 Ch Champion	52 Av Availability	53 Fi File storage	54 Dg Digital security	55 De Design management systems	56 Ifc Industry foundation classes	57 Au Authoring tools	58 Mo Model viewers and checkers	59 Bl Blog posts						
60 Dpow Digital Plan of Work		61 In Information exchange	62 Su Support	63 En Engage	64 In Infrastructure	65 Br Briefing	66 As Asset management	67 Idm Information delivery manual	68 Sp Specification tools	69 Fl File sharing and collaboration	70 Bo Books							

Digital Plan of Work stages

71 Sr Strategy	72 Bi Brief	73 De Definition	74 Ds Design	75 Bu Build and commission	76 Ha Handover and closeout	77 Oe Operation	78 En End of life
----------------------	-------------------	------------------------	--------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------	-------------------------

To BIM or not to BIM

«**BIM** – процесс моделирования виртуальной информационной модели объекта строительства»

Building Здание, инфраструктура, система
Information - ИНФОРМАЦИЯ
Modeling МОДЕЛИРОВАНИЕ/МОДЕЛЬ

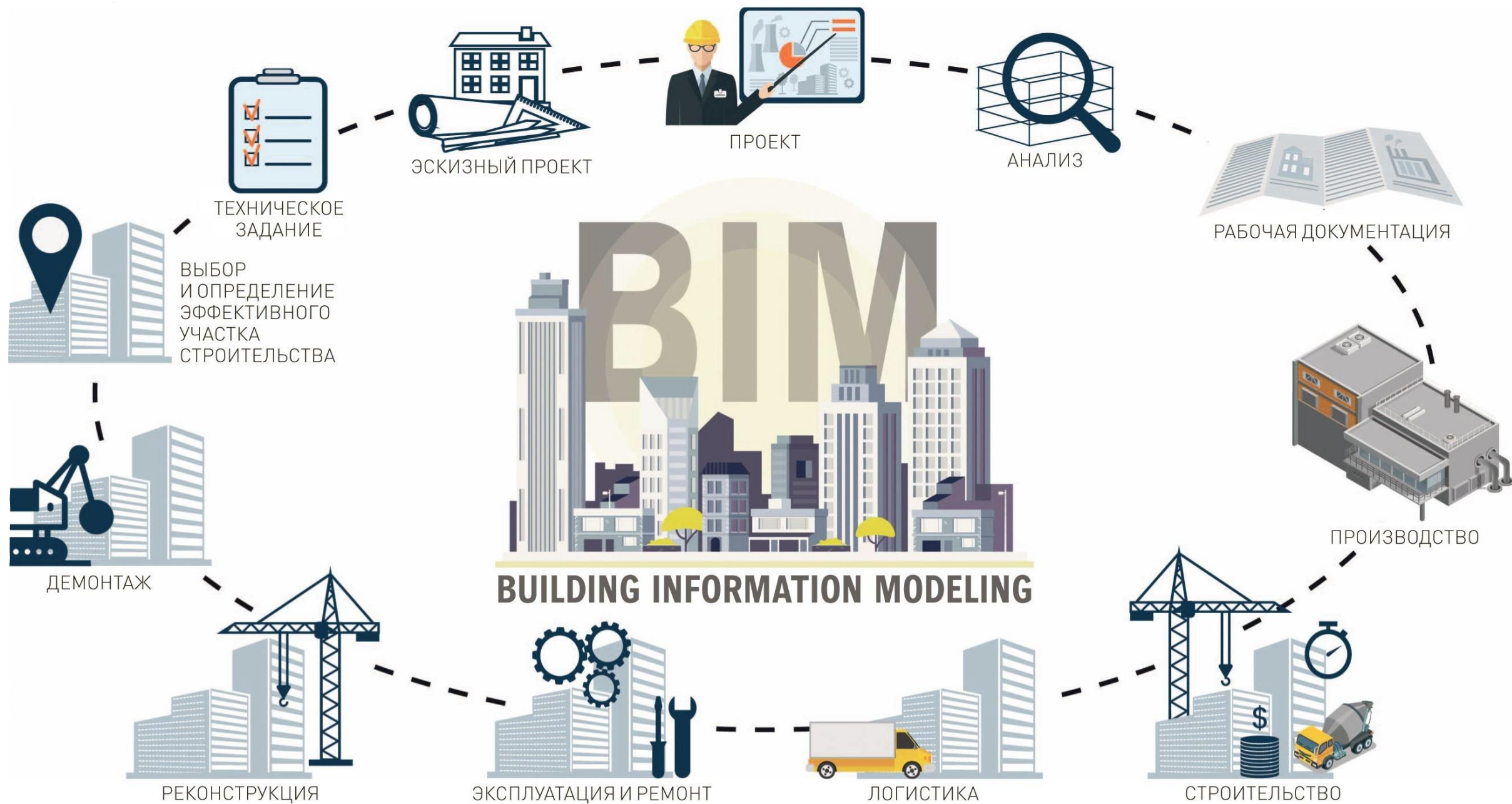
«**BIM** – виртуальная информационная модель объекта строительства в BIM процессе»



GRAPHICAL DATA (LOD)



NON GRAPHICAL DATA (LOI)



“Drawing Is Dead – Long Live Modelling”



1957
PRONTO - CAD

1963
SKETCHPAD

1975-1977
BDS+GLIDE

1982
2D MicroCAD

The 1990s
PCs and internet

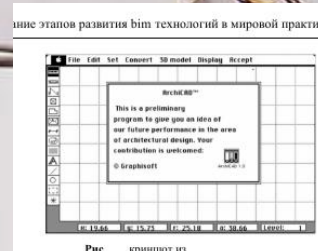
1992
BIM

1995
IFC

2000
Revit

2007
Naviswork...

RUCAPS - the first CAD program in the history of BIM
ArchiCAD - first BIM software available on a PC
Pro/ENGINEER – Revis it



The Use of Computers Instead of Drawings In Building Design

Charles M. Eastman

Drawings are an integral part of architectural practice. They are the principal medium for design problem-solving and coordination and for communication with client and contractor. They also have important uses to others associated with building, including financiers, building code inspectors and construction material suppliers. Drawings are used in a facility's operation—in planning maintenance, renovation and the assignment of space.

The primary use of drawings in building is to depict the spatial composition of materials and spaces. Ancillary information regarding materials and spaces can

drawings, plus their ease of updating, probably accounts for their prevalence in architectural practice. In fields where spatial conflicts are critical, as in ships and refineries, models are often used.

Both models and drawings have weaknesses. Most analyses require numerical information and, at present, it must be manually read from a drawing or model. Data preparation is the major cost of most engineering analyses. Similarly, a major task in cost estimating and contracting is the derivation of material quantities from the spatial representation provided by the architect. Another weakness of both

In the sequence of illustrations starting at right, graphic displays on the computer are employed in the study and development of a design for a simple summer cabin.

A building *can* be conceived, though, as a collection of three-dimensional elements arranged in space. Elements might include 2x4s, reinforcing bars, precast panels or a room. A detailed building representation might be provided by a computer, if it could store descriptions of a very large number of different elements arranged in space. Designing would consist of interactively defining elements, according to their shape and other properties, and arranging them, much as one would a balsa-wood model.

If element shapes were defined and arranged in three dimensions, a given ar-

To BIM or not to BIM



ТЕХНОЛОГИИ

90 ДО
%

СОКРАЩЕНИЕ
СРОКОВ КООРДИНАЦИИ
И СОГЛАСОВАНИЯ

30 %

СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ
НА СТРОИТЕЛЬСТВО
И ЭКСПЛУАТАЦИЮ



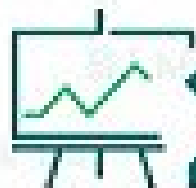
10 НА
%

СОКРАЩЕНИЕ
СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА



40 ДО
%

СНИЖЕНИЕ ОШИБОК,
ПОГРЕШНОСТИ В ПРОЕКТНОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ



20-50 НА
%

СОКРАЩЕНИЕ
СРОКОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

6 В
РАЗ

УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ
НА ПРОВЕРКУ МОДЕЛИ

4 В
РАЗА

СНИЖЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ
ПОГРЕШНОСТИ БЮДЖЕТА
(5% ВМЕСТО 20%)

СОВОКУПНОЕ ВРЕМЯ
СОКРАЩЕНИЯ РАБОТЫ
ТЕХНОЛОГОВ



АРХИТЕКТОРОВ

20 НА
%

10 НА
%

50 ДО
%

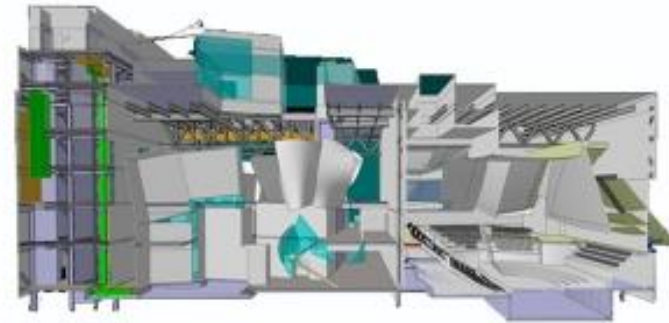
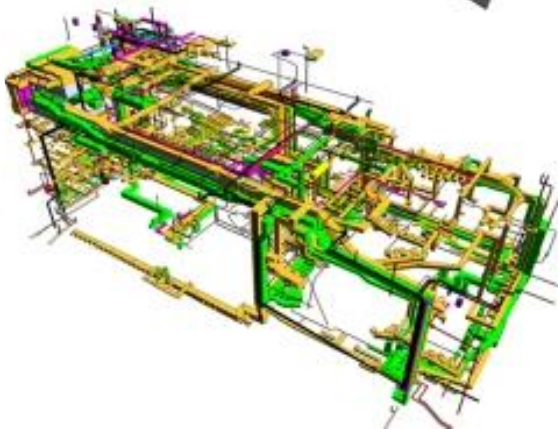
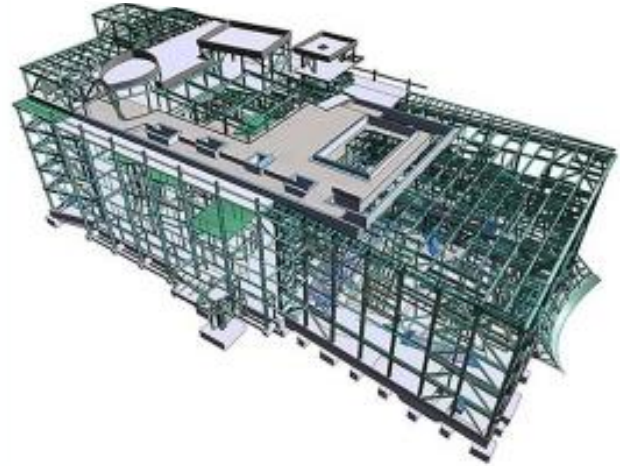
СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ
РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА
("НУЛЕВОЙ ЦИКЛ" - "ПОД КЛЮЧ")

ВІМ –
результаты

bIM – это прежде всего работа с информацией на всех этапах жизненного цикла.



BIM-технология на всех этапах инвестиционно-строительного проекта



D's B BIM

3D



Modelling

4D



Scheduling

5D



Budgeting

6D



Sustainability

7D



Facility Management

8D



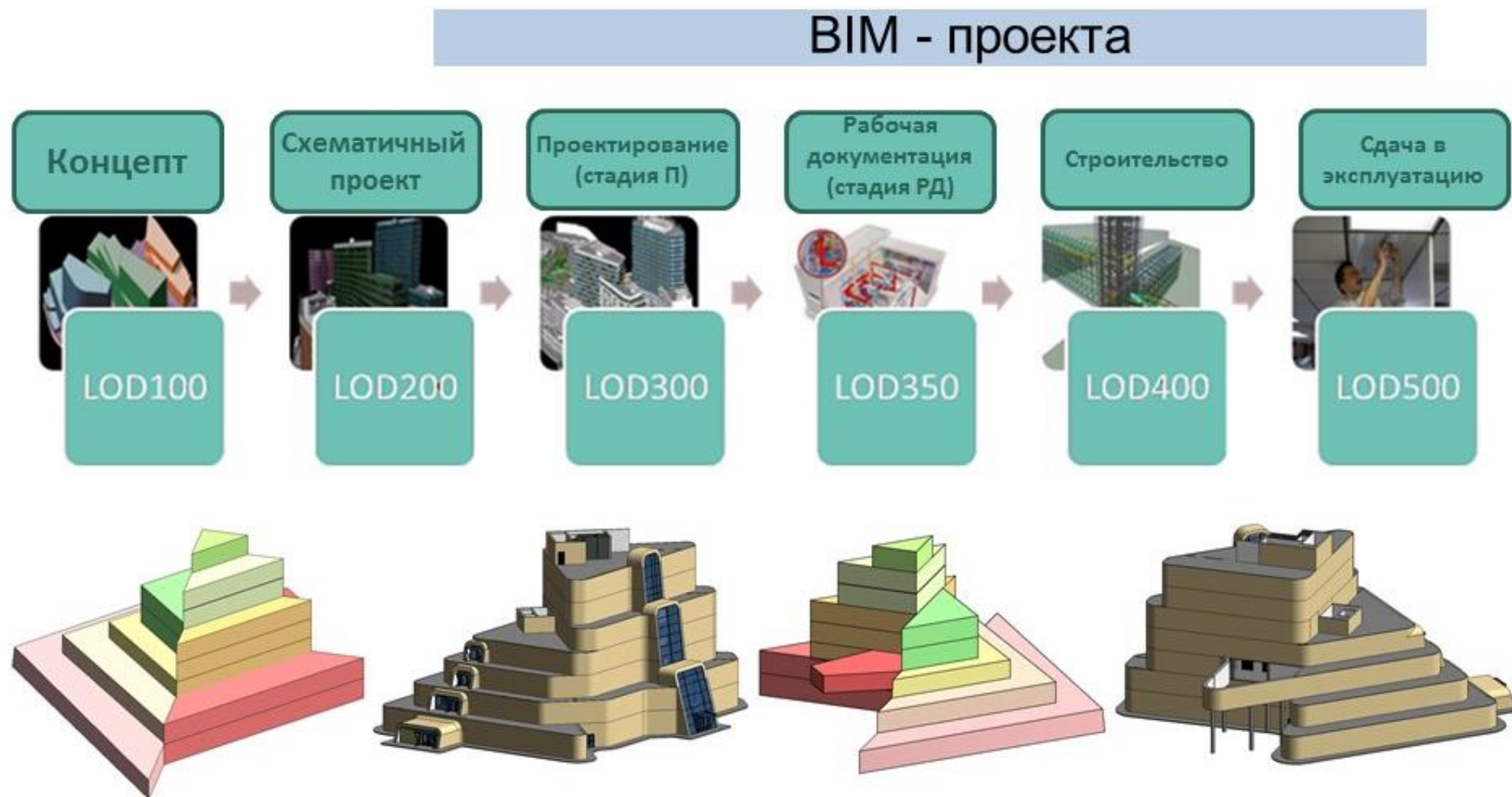
Safety

D's в BIM и уровень детализации модели LOD (Level of development)

Модель без информации, это просто визуализация



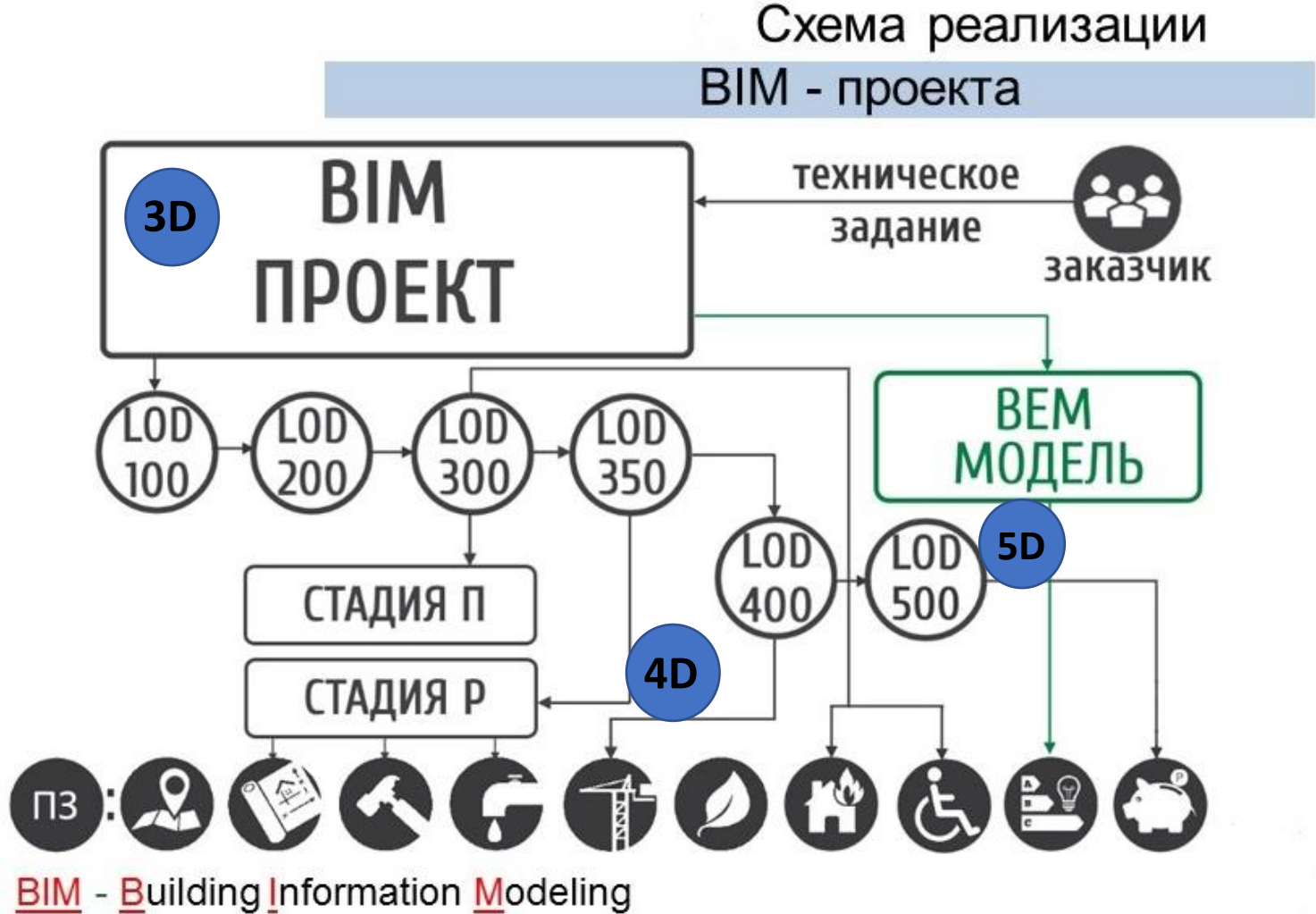
BIM и уровень детализации модели LOD



Model Element table – спецификация элементов в модели

		Design Model		Design		Construction		Record Model			
		Model Element	Data Only	Construction Documents	Construction Administration	Existing Conditions Record Model H. North		Record Drawings			
		Yes/No	Yes/No	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA
D3030	Cooling Generating Systems										
	Chillers	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Cooling Towers and Evaporative Coolers	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Condensing Units	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Pipes & Fittings	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Primary Pumps	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Auxiliary Equipment	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Insulation	Yes	No	300	BBA	400		520		535	
	Means & Methods (Erection/Sequencing/ Shop Standards)							-	-	-	-
D3040	Distribution Systems										
	Supply & Return Air Systems	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	AHU w/coils, ducts, and devices	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Vent & Exhaust Systems	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Steam, Hydronic, Hot Water, Glycol & Chilled Water Distribution	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Heat Recovery Equipment	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Auxiliary Equipment	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Insulation	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		520	
	Means & Methods (Erection/Sequencing/ Shop Standards)							-	-	-	-
D3050	Terminal & Package Units										
	Terminal Self-Contained Units	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Package Units	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	
	Other	Yes	No	300	BBA	400	HVAC	520		535	

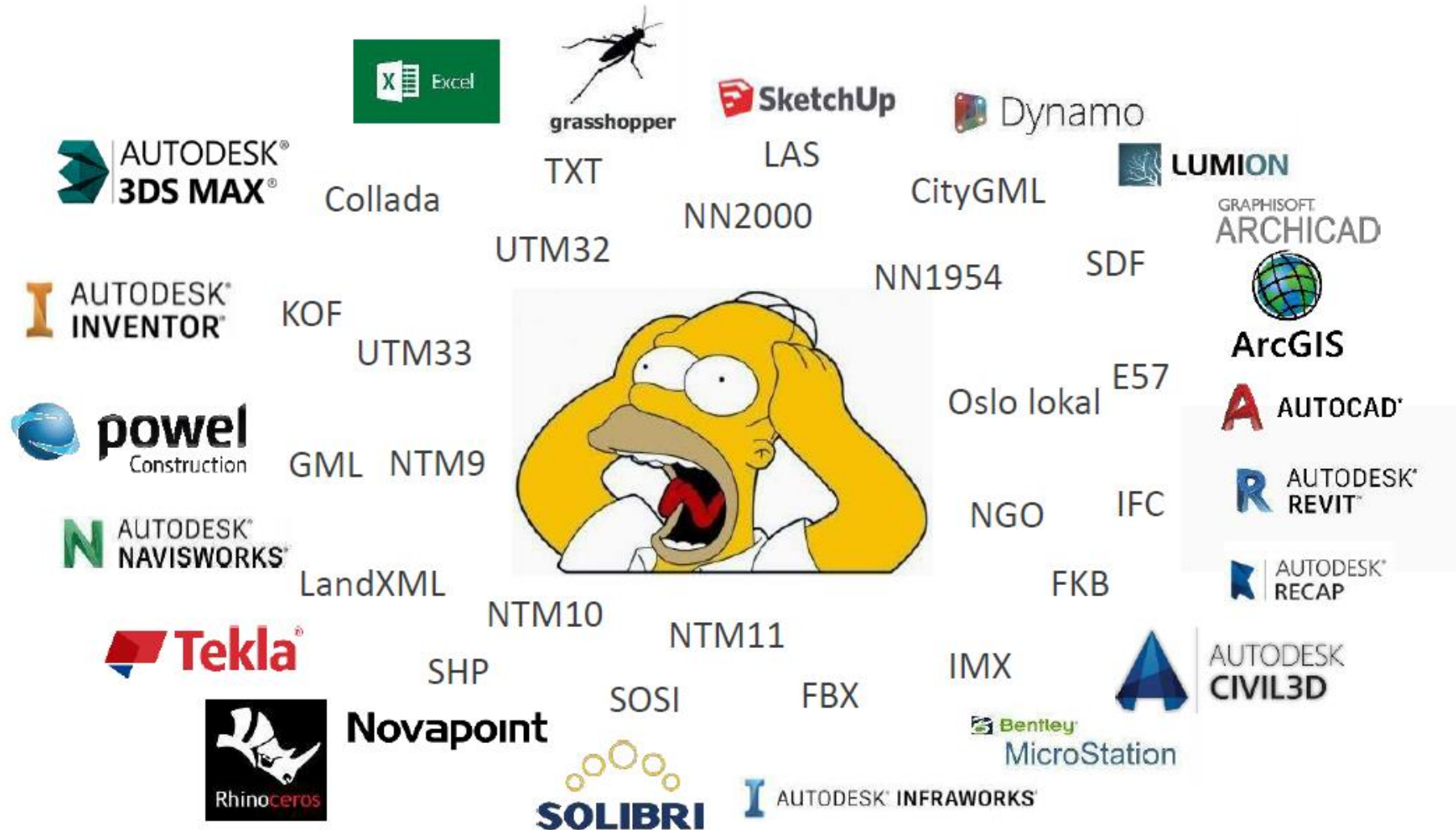
D's в BIM и уровень детализации модели LOD (Level of development)



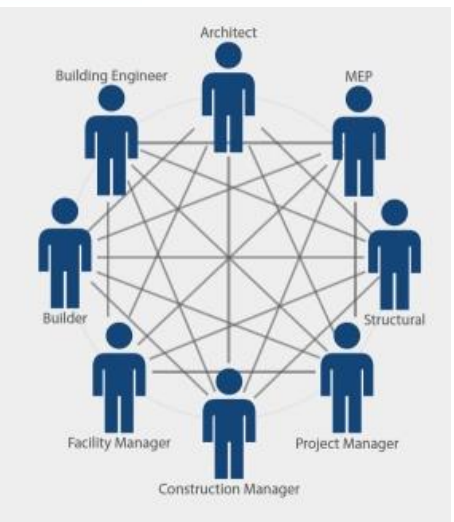
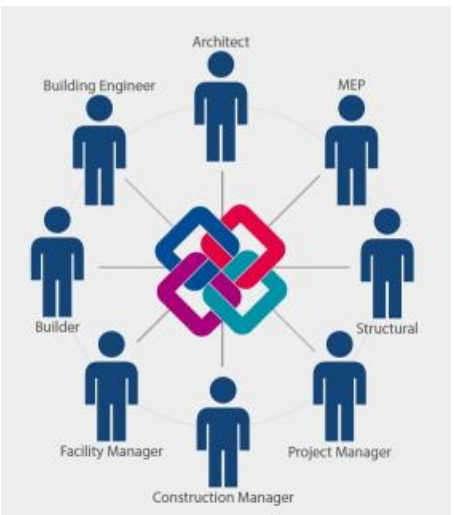
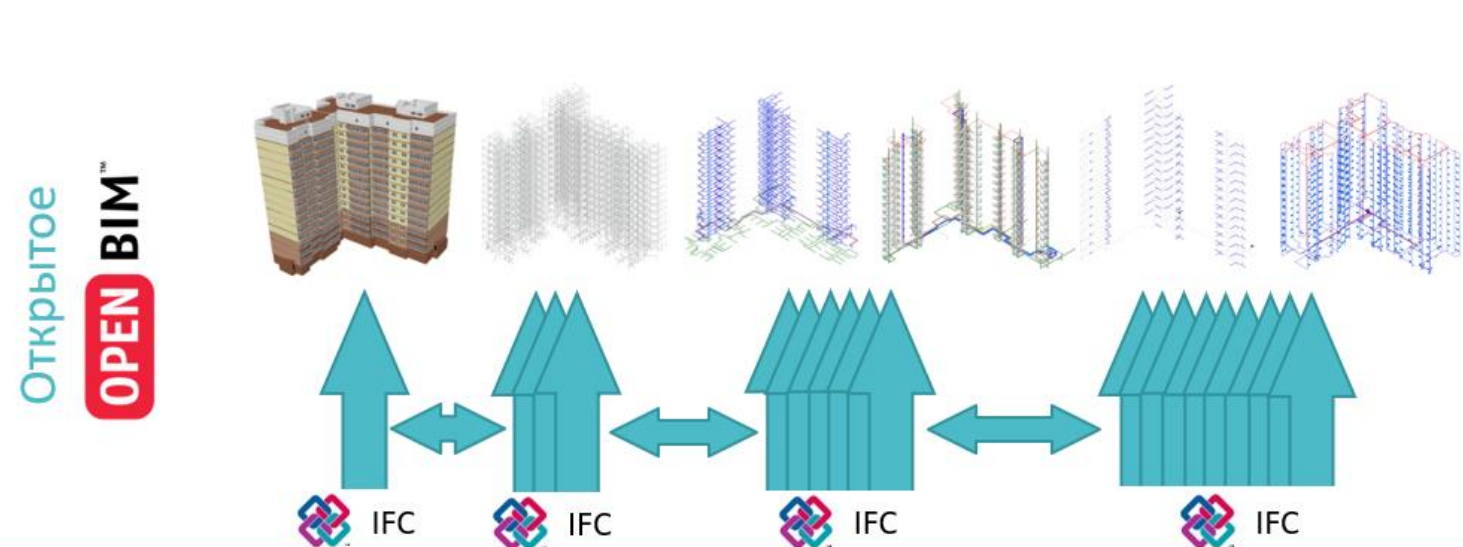


**BIM
softwares**

«Обычная» передача данных...



open BIM & closed BIM

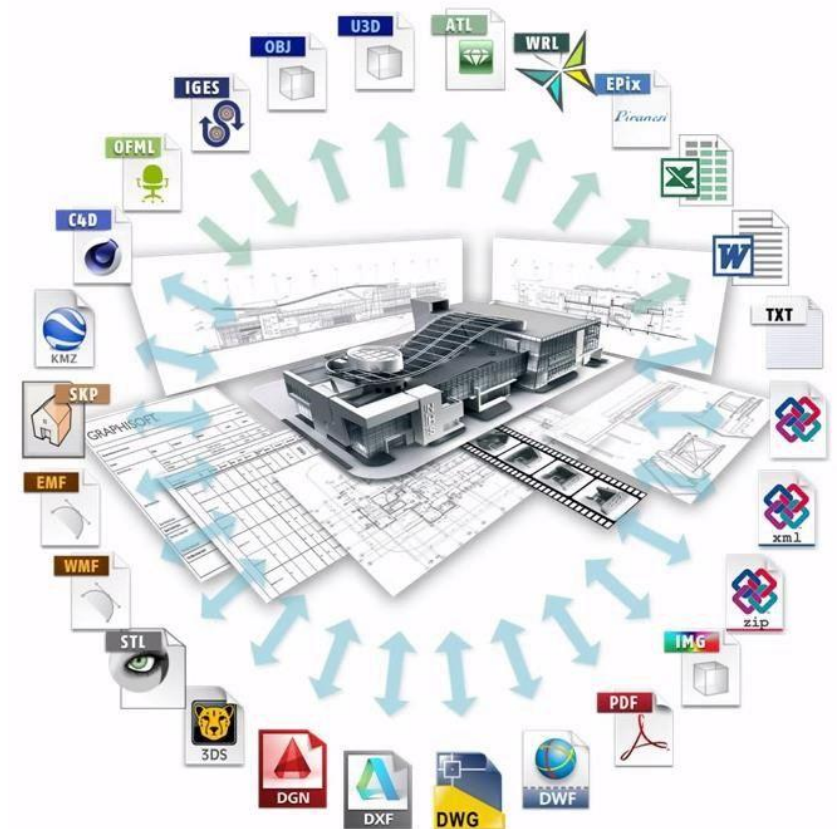


OPEN BIM™ как способ взаимодействия

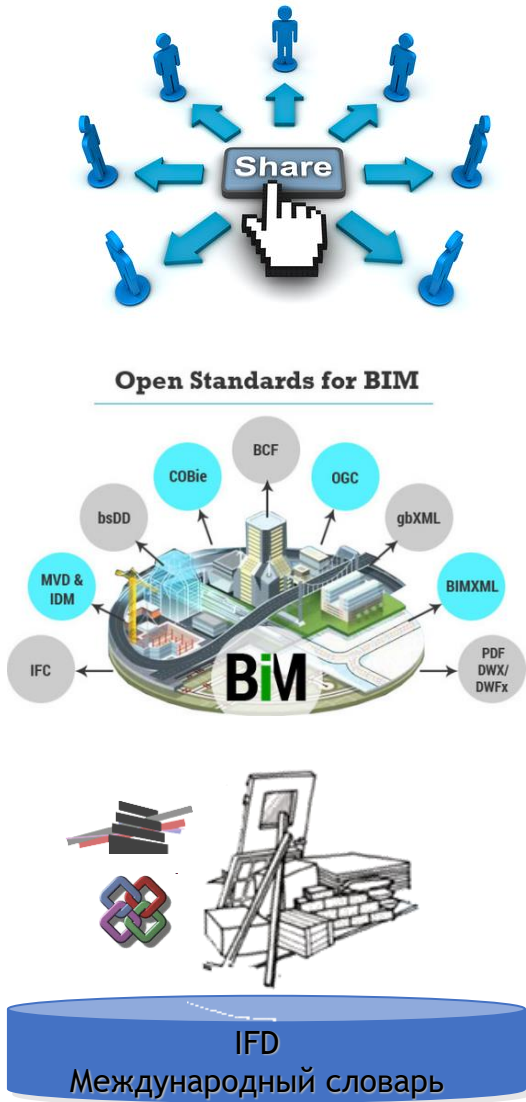
openBIM — «обмен структурированной информацией» универсальный подход к совместному проектированию, реализации и эксплуатации проекта на основе открытых стандартов и рабочих процессов, в независимости от программного обеспечения

Методология openBIM направлена на:

- Прозрачное, открытое сотрудничество всех участников проекта
- Программное обеспечение – **не** основа для конкуренции
- Использование открытых стандартов для передачи данных.
- Вся информация должна быть доступна для всех, кто участвует в процессе строительства.
- Использование корректных технических обозначений.



openBIM – обмен структурированной информации



IDM – information delivery manual

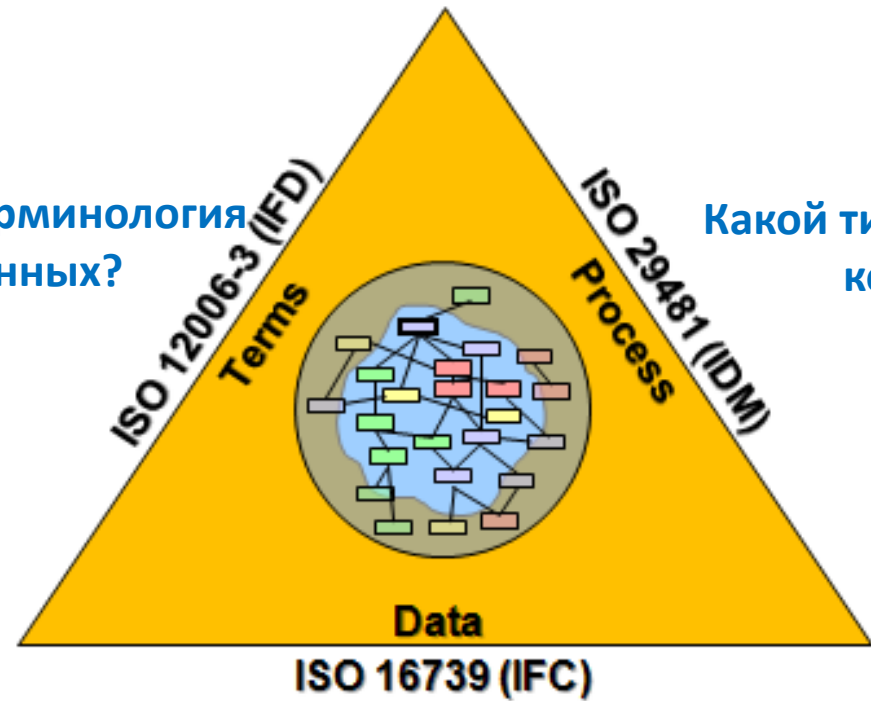
IFC – industry foundation classes

IFD

Какая терминология
данных?

Какой тип данных и
когда?

Как делить данные?

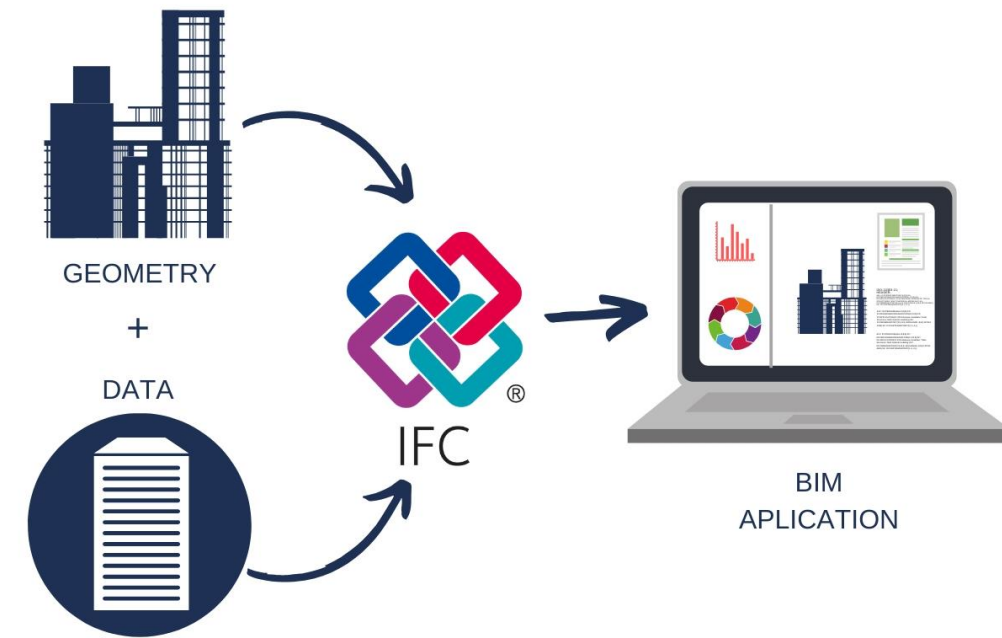
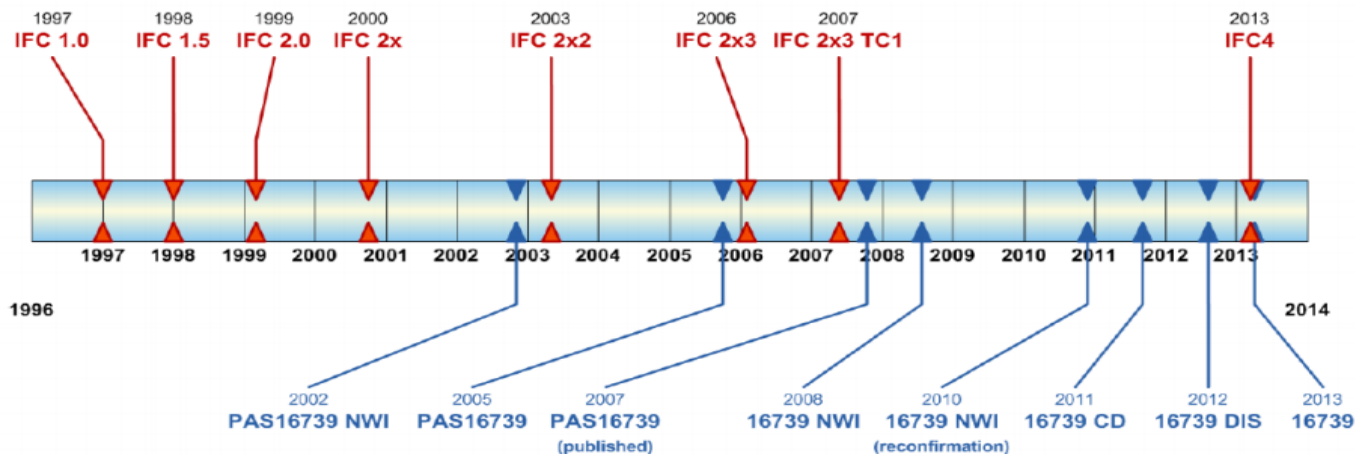


IFC – это намного больше, чем простой формат файла



Industry Foundation Classes (IFC) – открытый, нейтральный и универсальный стандарт для описания, деления и обмена данными между участниками проекта.

- **Схема IFC – модель данных** которая логически закодирована
- **Как** информация должна быть **структурирована** и **передана**.
- IFC – состоит из **набора свойств** для каждого объекта IFC PropertySet



ISO 16739:2013

Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

```

25 <TheOrganization>
26 <IfcOrganization xsi:nil="true" ref="i2"/>
27 </TheOrganization>
28 </IfcPersonAndOrganization>
29 <IfcApplication id="i4">
30 <ApplicationDeveloper>
31 <IfcOrganization xsi:nil="true" ref="i2"/>
32 </ApplicationDeveloper>
33 <Version>2019 Release Candidate</Version>
34 <ApplicationFullName>Tekla Structures</ApplicationFullName>
35 <ApplicationIdentifier>Multi material modeling</ApplicationIdentifier>
36 </IfcApplication>
37 <IfcOwnerHistory id="i5">
38 <OwningUser>
39 <IfcPersonAndOrganization xsi:nil="true" ref="i3"/>
40 </OwningUser>
41 <OwningApplication>
42 <IfcApplication xsi:nil="true" ref="i4"/>
43 </OwningApplication>
44 <ChangeAction>nochange</ChangeAction>
45 <CreationDate>1575233437</CreationDate>
46 </IfcOwnerHistory>
47 <IfcCartesianPoint id="i6">
48 <Coordinates>
49 <IfcLengthMeasure>0.</IfcLengthMeasure>
50 <IfcLengthMeasure>0.</IfcLengthMeasure>
51 <IfcLengthMeasure>0.</IfcLengthMeasure>
52 </Coordinates>
53 </IfcCartesianPoint>
54 <IfcDirection id="i7">
55 <DirectionRatios>
56 <ex:double-wrapper>1.</ex:double-wrapper>
57 <ex:double-wrapper>0.</ex:double-wrapper>
58 <ex:double-wrapper>0.</ex:double-wrapper>
59 </DirectionRatios>
60 </IfcDirection>
61 <IfcDirection id="i8">
62 <DirectionRatios>
63 <ex:double-wrapper>0.</ex:double-wrapper>
64 <ex:double-wrapper>1.</ex:double-wrapper>
65 <ex:double-wrapper>0.</ex:double-wrapper>
66 </DirectionRatios>
67 </IfcDirection>
68 <IfcDirection id="i9">
69 <DirectionRatios>

```

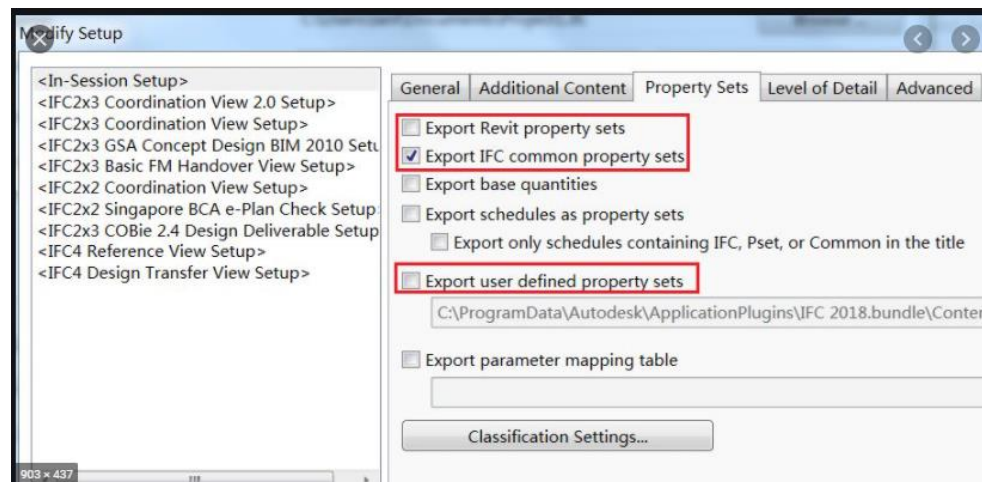
Name	Date modified	Type	Size
export.ifc	2019-12-01 22:05	IFC Files	1,575 KB
export.ifcXML	2019-12-01 22:05	IFCXML File	6,853 KB
export.ifcZIP	2019-12-01 22:05	IFCZIP File	344 KB
exportxml.ifcZIP	2019-12-01 22:05	IFCZIP File	453 KB

“

“The attributes assigned to them (objects) are also important from the engineer's point of view (the door has a dimension, the material it is made of, its position in space). IFC describes each element as a class. It may seem a bit confusing, but in a nutshell, the idea is that each element has a list of attributes (name, material, position, dimensions) and the type of attribute value (text, number, coordinates, etc.).”

IFC PropertySet

- IFC стандартные свойства
 - Идентификационный номер (Global ID)
 - Имя объекта
 - Описание
 - Расположение
- Дополнительные



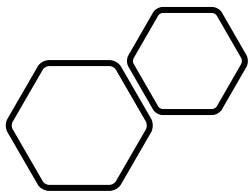
IFC



They all have the same
UniFormat Number:
B2070.10 Exterior Louvers

Области применения технологии BIM



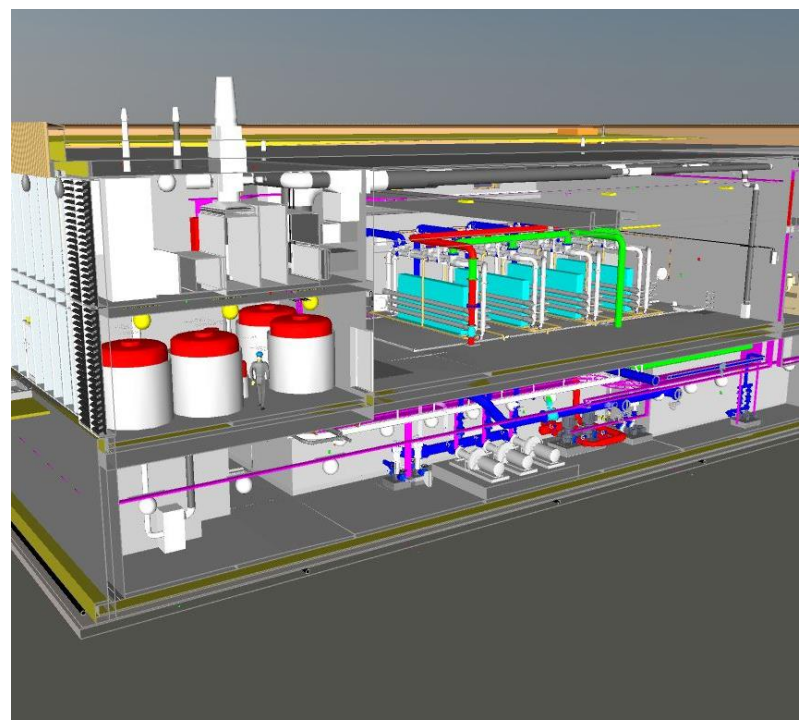
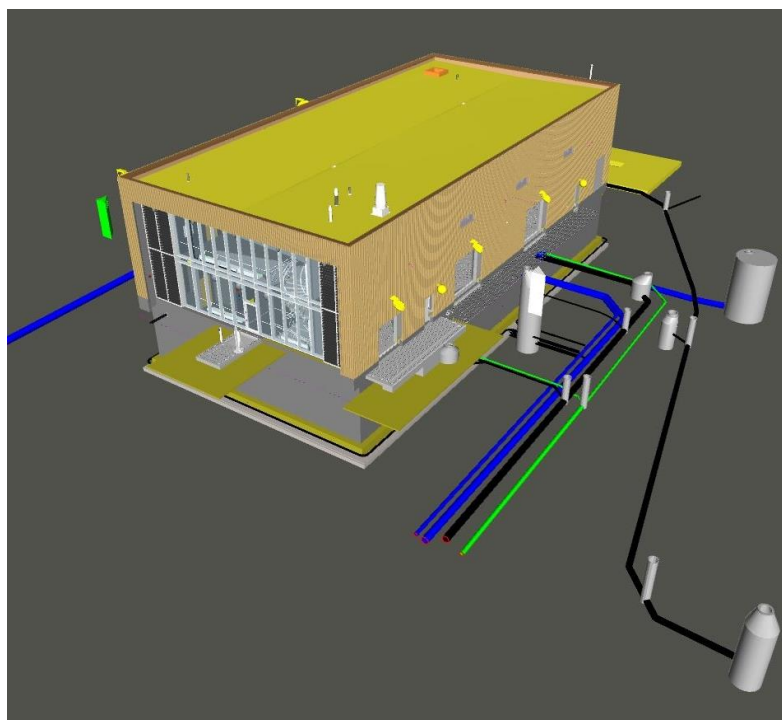
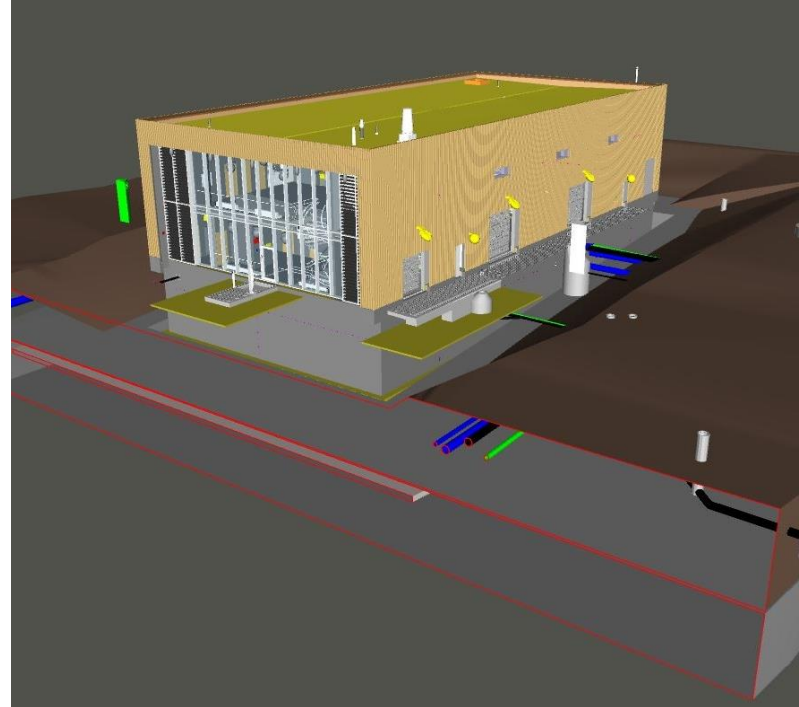
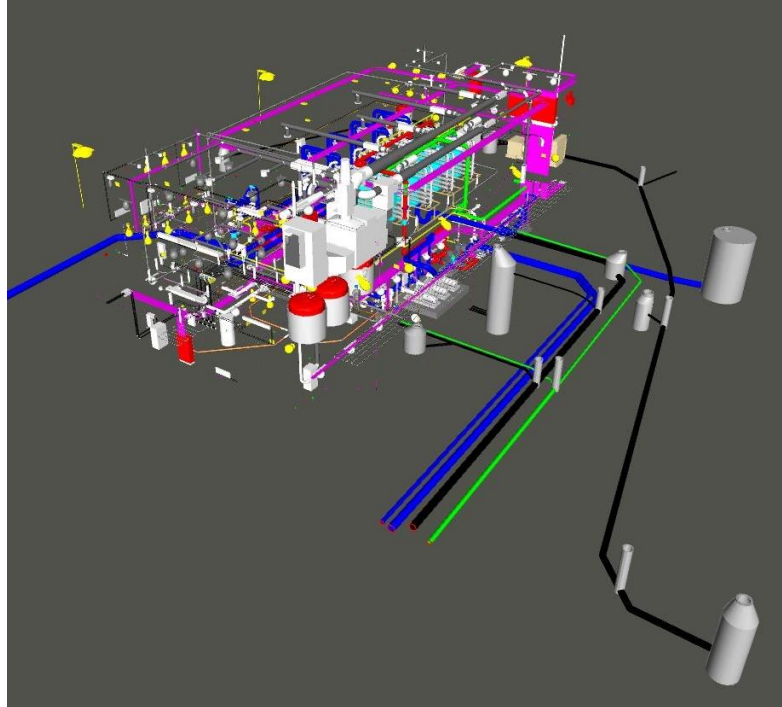


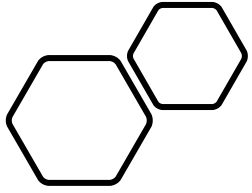
Примеры BIM-технологий

**Дизайн водоочистной станции
Моели**

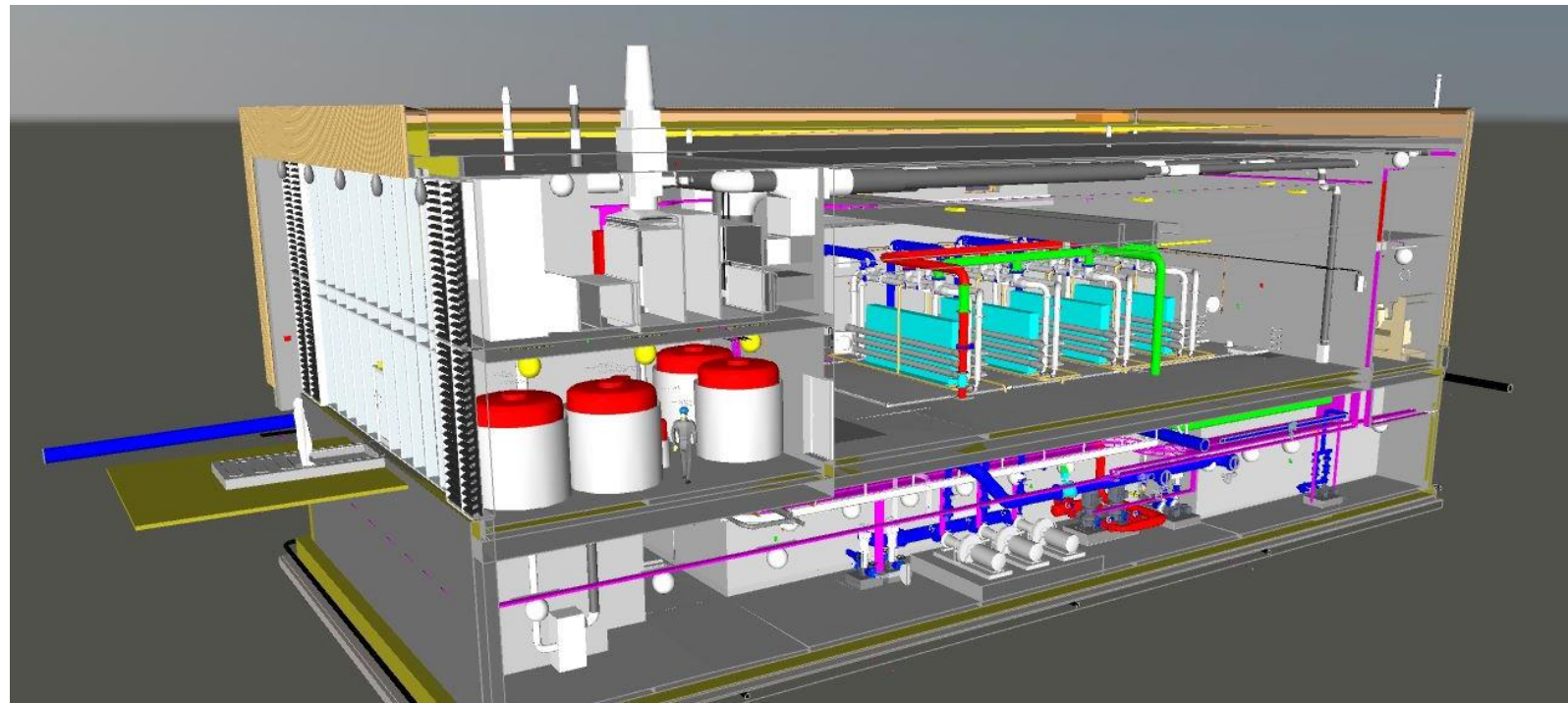
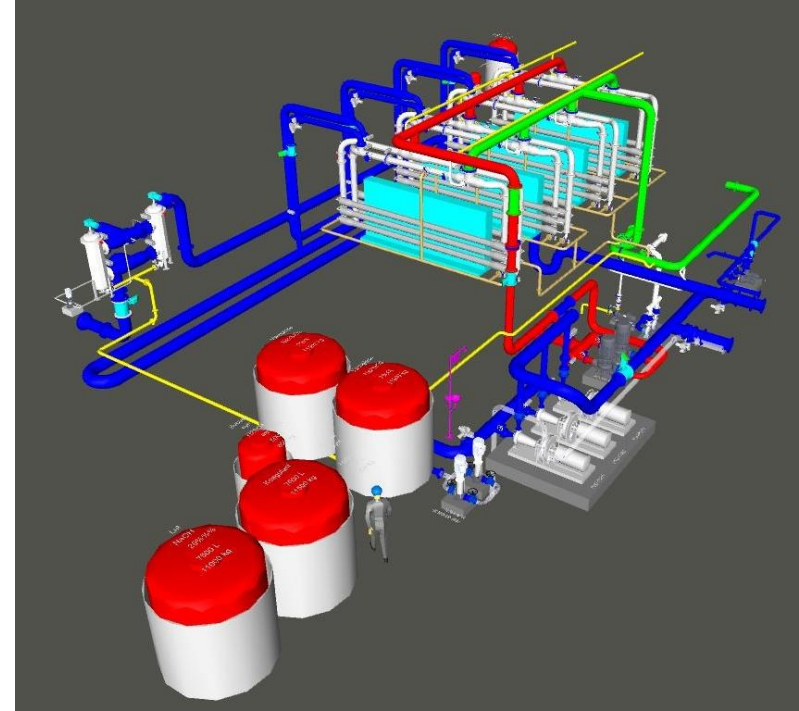
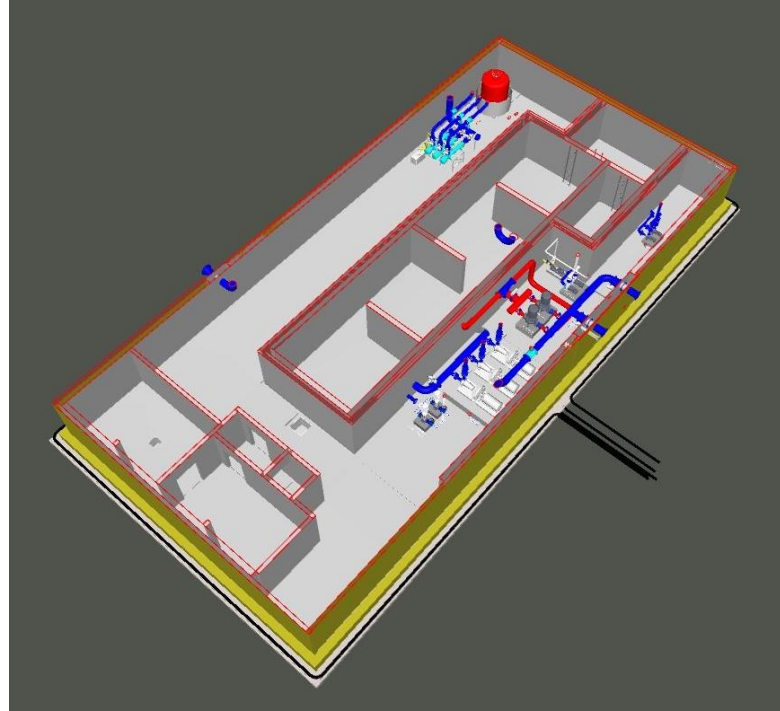
New Moelv WTP (Norconsult AS., 2018)

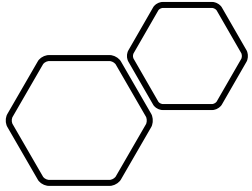
Autodesk Revit/Autodesk Plant





- New Moelv WTP





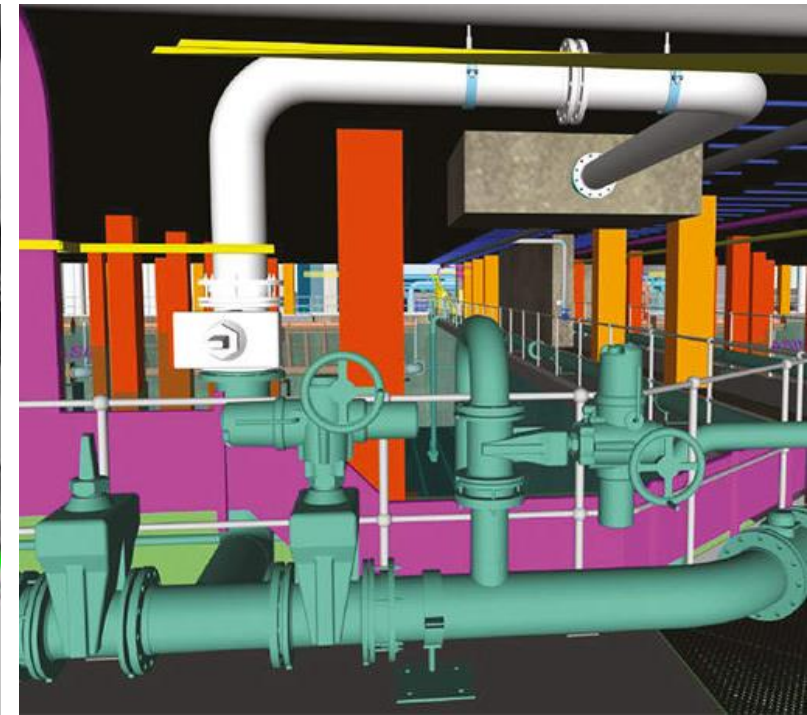
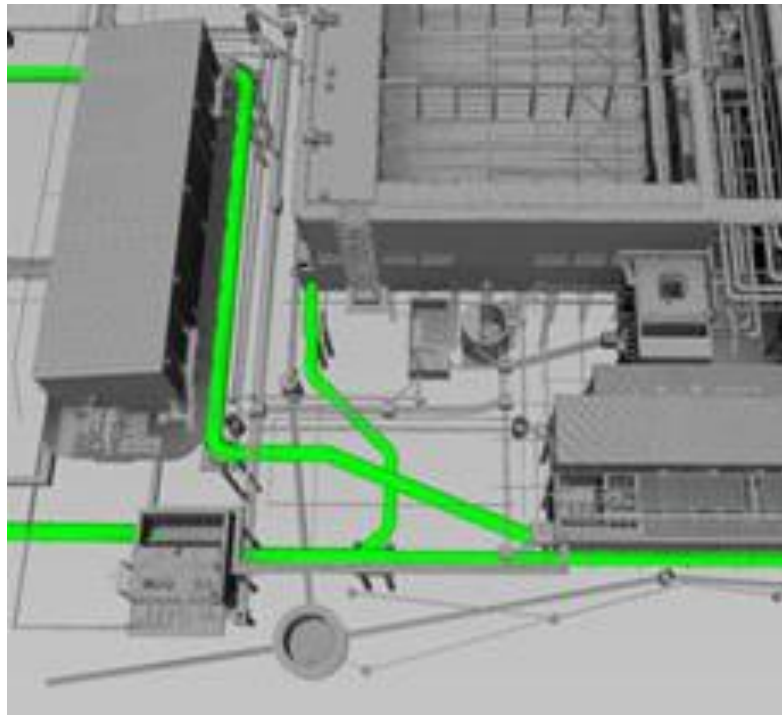
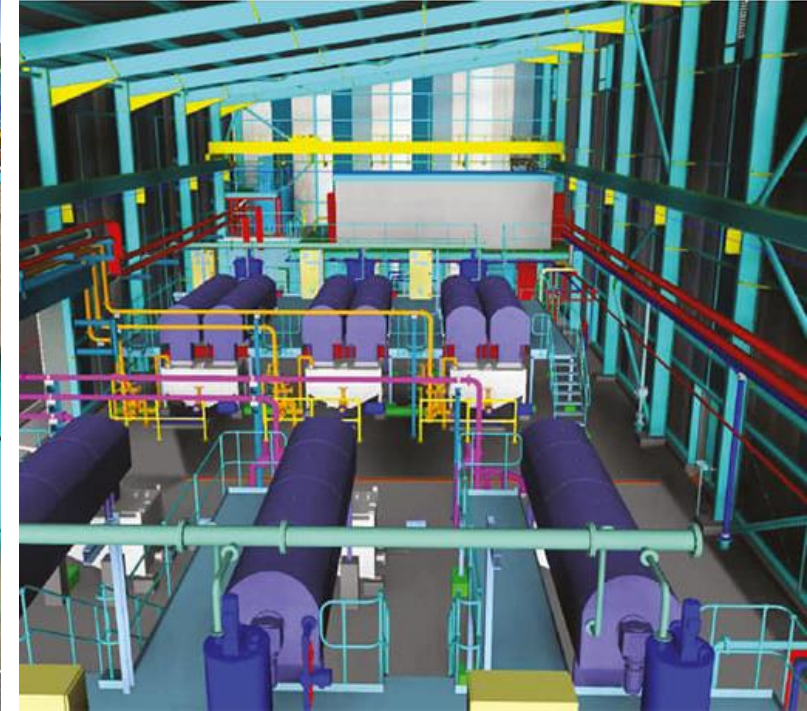
Завод по очистке сточных вод в г. Ливерпуль

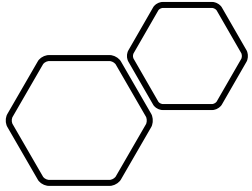
LIVERPOOL WWTP

- Autocad, Civil 3D, Navisworks, BIM 360 Field, BIM 360 Glue

"Working in 3D became the norm for the team very quickly. We estimate that it has **helped to save hundreds of hours on design alone.**"

Paul Heath, BIM Lead, Atkins





"Hydropower projects are complicated, requiring contributions from a range of professional disciplines. **With BIM plus cloud and mobile technology, it's easy to access the model on the job site—driving collaboration, speed, and quality in the field**"

Mr. Zhang Zongliang, General Engineer,
Hydrochina Kunming Engineering

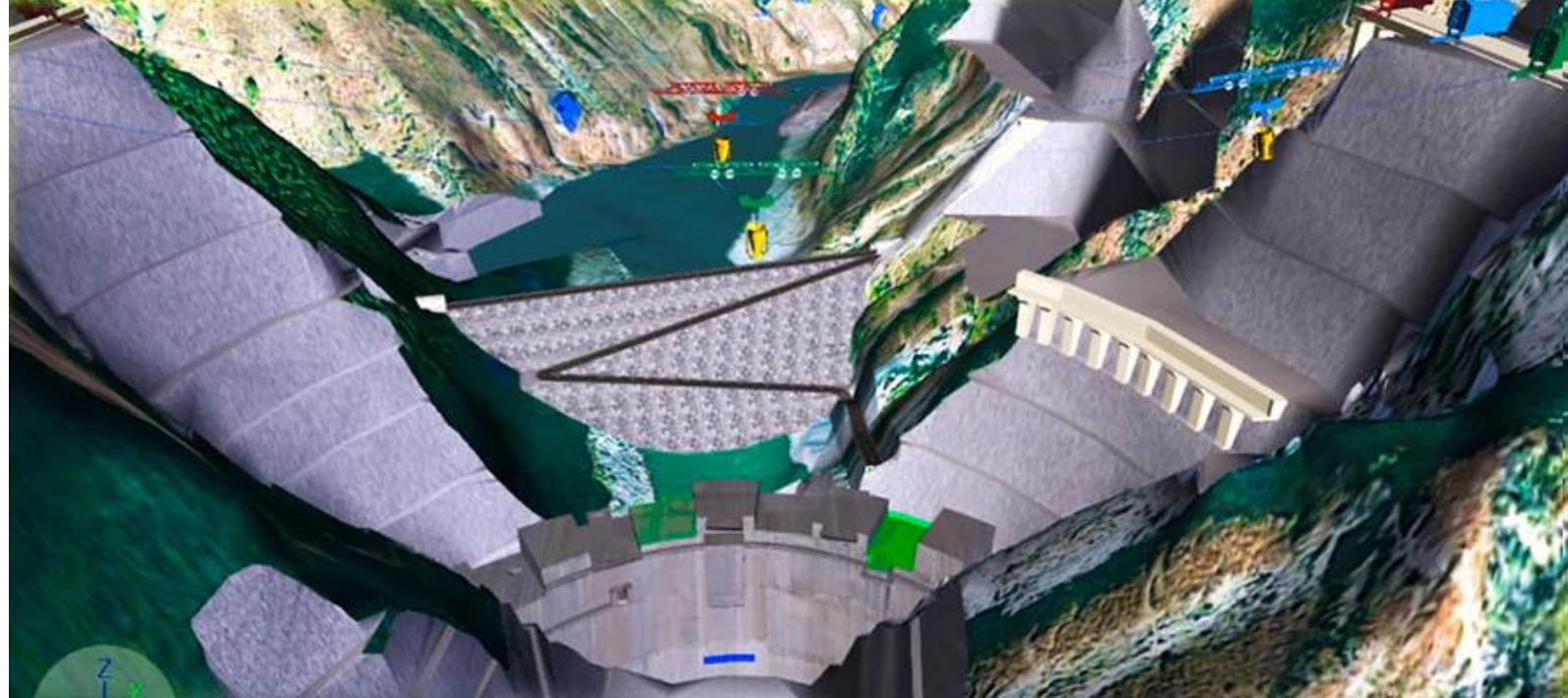
HydroBIM— Yangfanggou Hydropower station

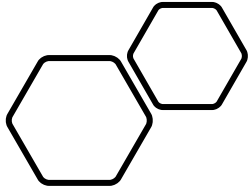
Sichuan Province, China.,2016

- Autocad, Civil 3D, Navisworks

Because of BIM, Hydrochina Kunming Engineering in China, for example, is able to finish projects that used to take eight months in just three. On one project, the [HydroBIM— Yangfanggou Hydropower station](#), HKE was able to reduce the amount of concrete required by 1 million cubic meters and the amount of excavation required by 1.5 million cubic meters.

To date, the adoption of BIM has resulted in project cost savings of **\$300 million.**





Holden Mine WTP., USA

- AutoCad, Civil3D, Revit, Plant 3D, Naviswork, Infraworks

Despite breaks in construction for the snowy winter months and during the massive Wolverine Creek wildfire, with the help of BIM, a drone-mounted laser scanner, and mobile and cloud technology, IMCO completed the project in less than a year. BIM made it easy for stakeholders, including the owner, to understand and buy into the project. By eliminating traditional surveying, enabling off-site prefabrication, speeding construction, and reducing rework and downtime, BIM helped shave up to 15% from the project schedule. Now that the company is operating the project, it continues to benefit from BIM, which provides all the information needed to keep the plant working optimally. Perhaps just as important, using BIM positions IMCO for success in the increasingly connected future of infrastructure construction.

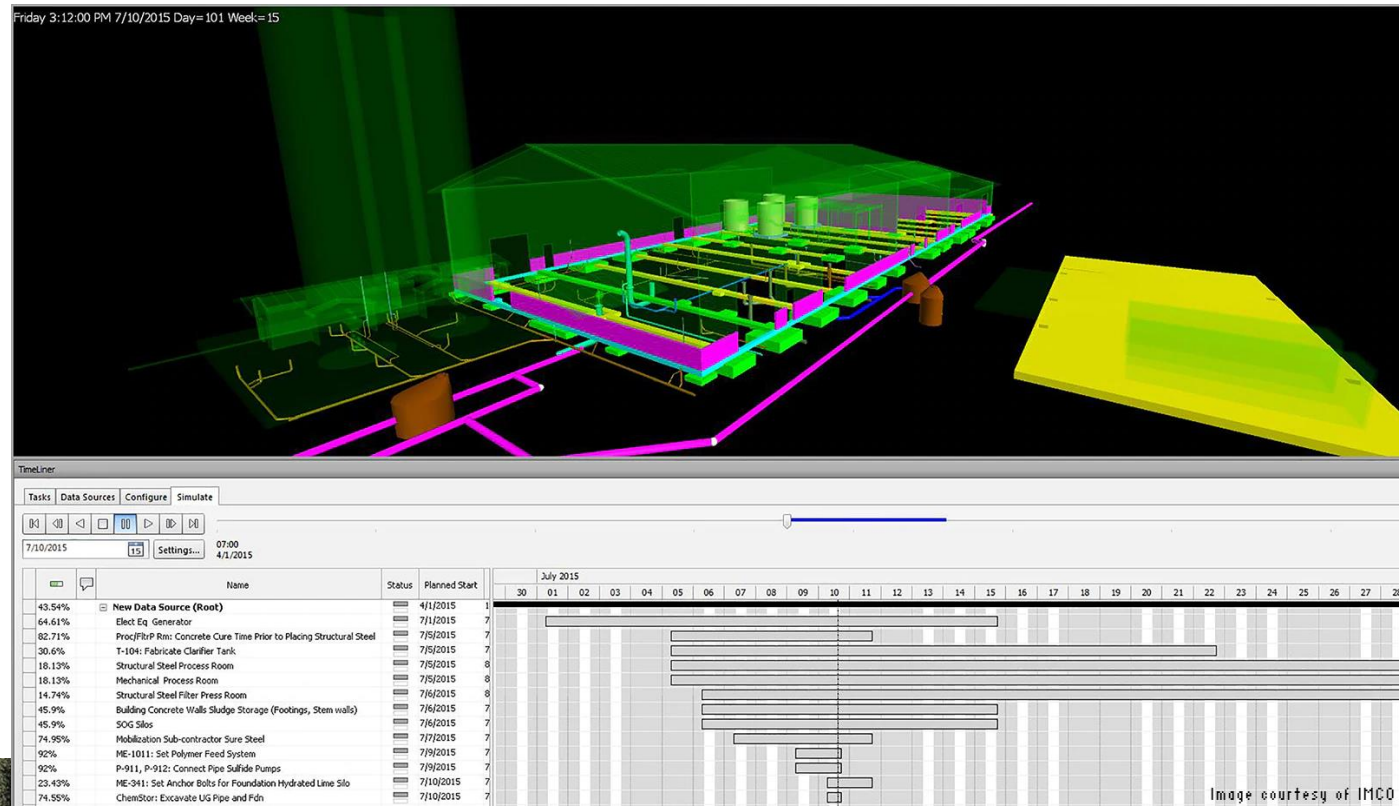
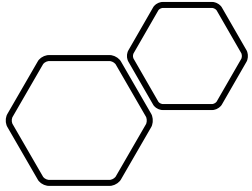
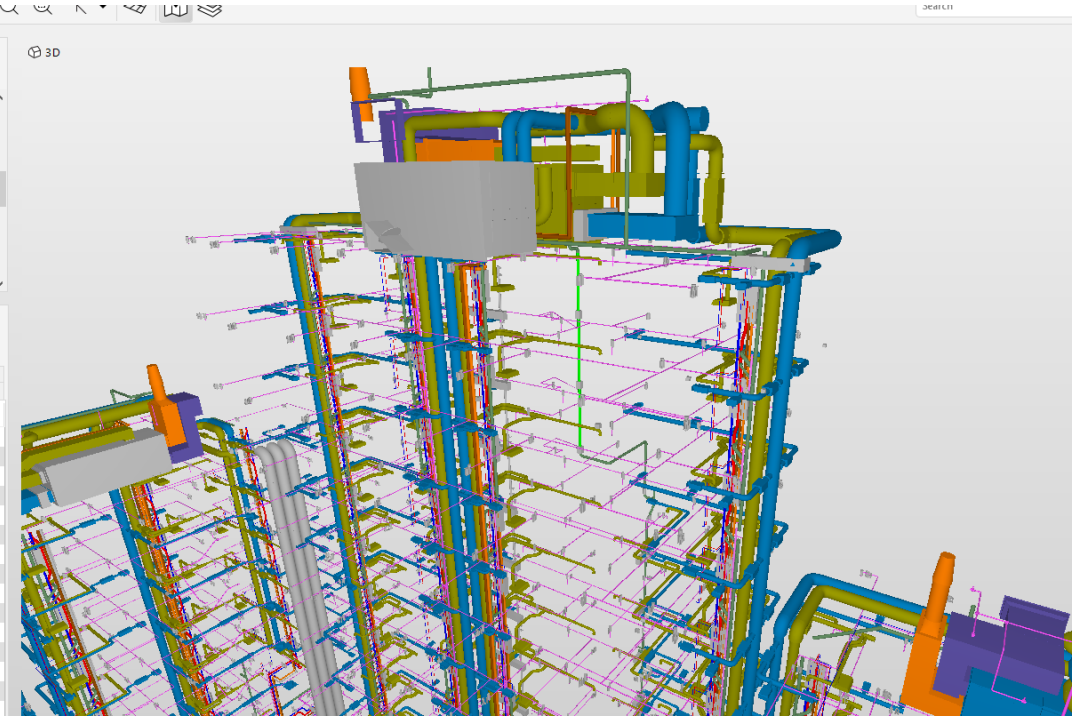
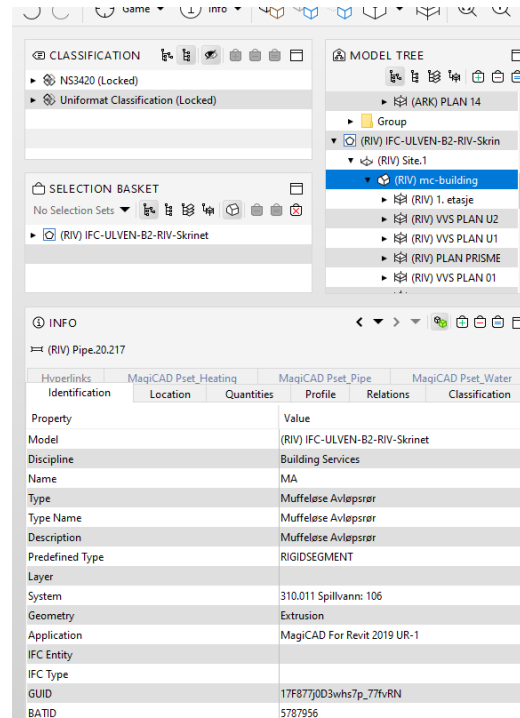
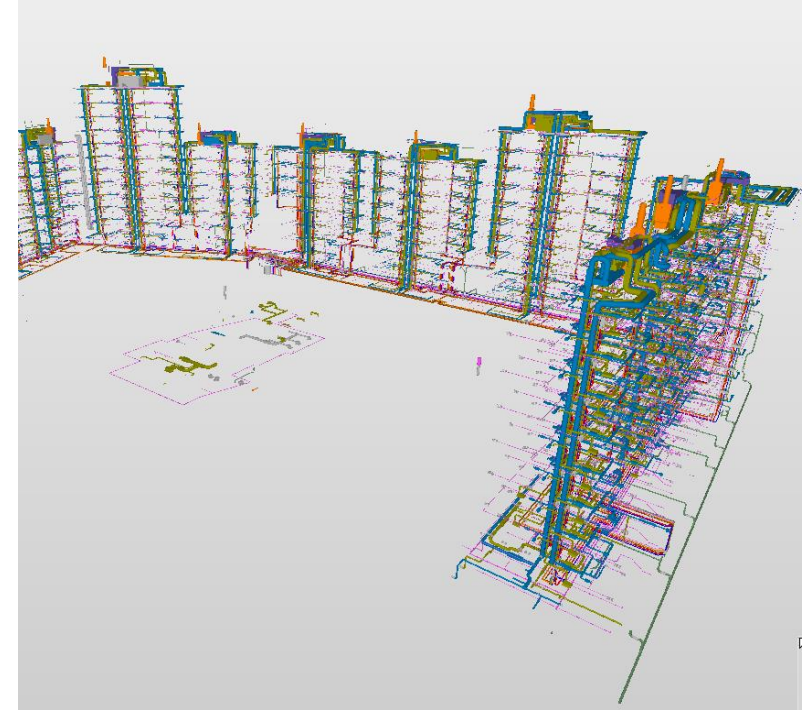
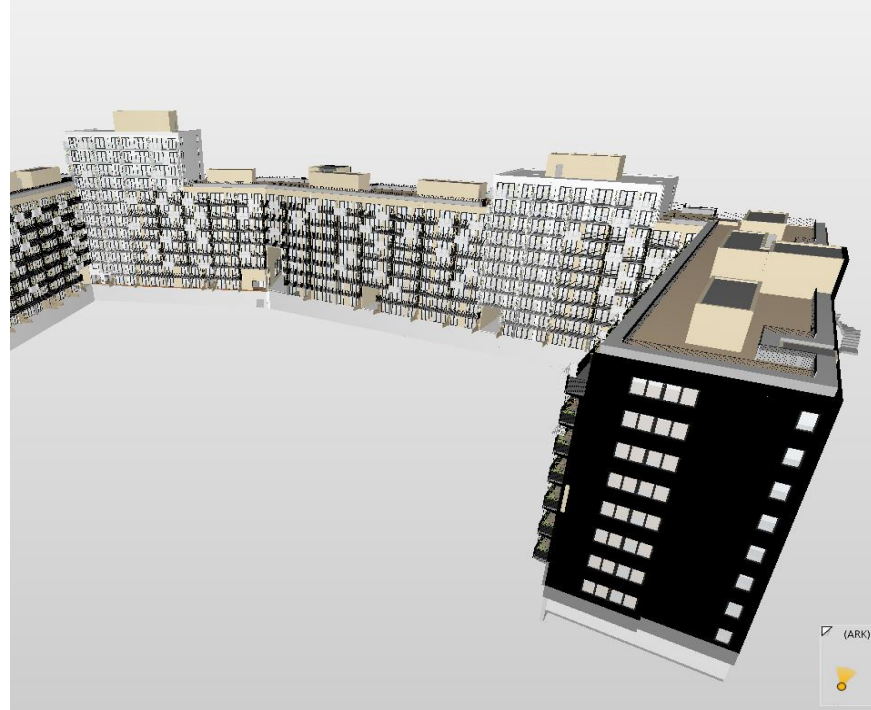


Image courtesy of IMCO



Жилой комплекс в г.Осло, Ulven boretslag., 2019-2021

- Autodesk Revit, Navisworks, Solibri





Применение для работы с цифровых двойников в водном секторе

The Application of Digital Twins for Water Operations

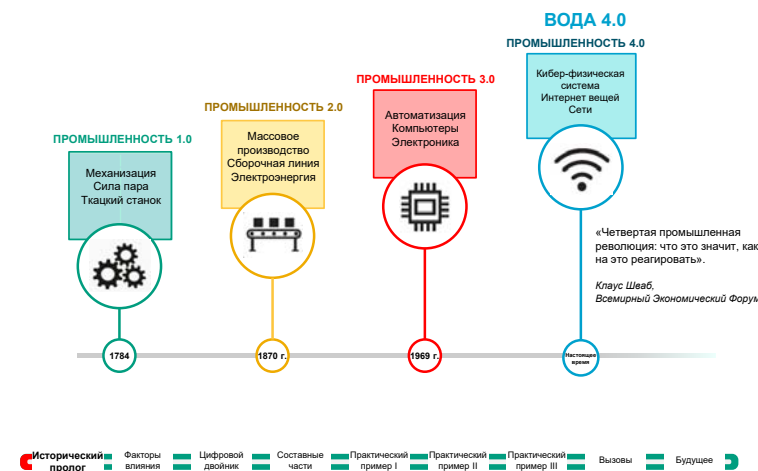
Харша Ратнавир и Абхилаш Наир

СОДЕРЖАНИЕ



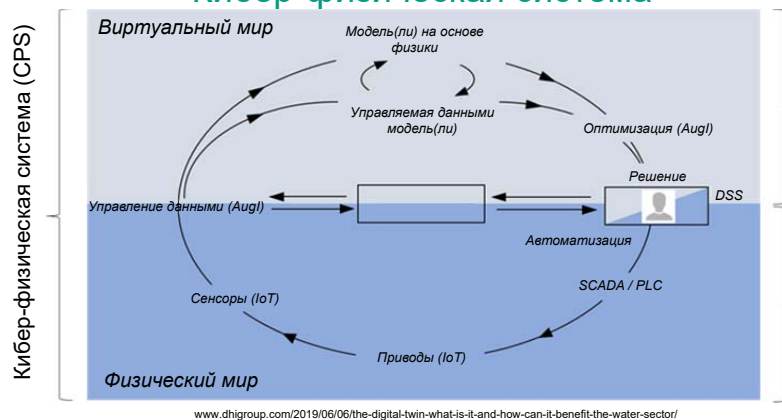
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

Четвертая промышленная революция





Кибер-физическая система



Цифровой двойник был впервые концептуализирован в 1991 году Дэвидом Гелернтером («Зеркальные миры»).

Исторический пролог Факторы влияния Цифровой двойник Составные части Практический пример I Практический пример II Практический пример III Вызовы Будущее

Фактор влияния на технологию цифрового двойника



Исторический пролог Факторы влияния Цифровой двойник Составные части Практический пример I Практический пример II Практический пример III Вызовы Будущее

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК?

Определение цифрового двойника

Виртуальные системы, которые «содержат все важные характеристики и особенности реальной системы», в зависимости от конкретной цели приложения.

- Therrien и другие. 2020 г.

Цифровой двойник - это модель процесса, в которой данные в реальном времени используются для поддержки принятия решений.

- Quaghebeur и другие. 2020 г.

Цифровой двойник для водоканала - это комбинация программного обеспечения для моделирования, которое использует данные из нескольких источников и, как правило, из нескольких отделов и специализаций.

- SWAN Smart Water Report

Цифровой двойник - это виртуальное представление физического актива, процесса или системы.



Фото: CSI Communications

Исследовательская мотивация Факторы влияния Цифровой Близнец Составные части Практический пример I Практический пример II Практический пример III Вызовы Будущее

КАК ЭТО ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ СИМУЛЯТОРОВ ПРОЦЕССА?

Симуляторы процессов

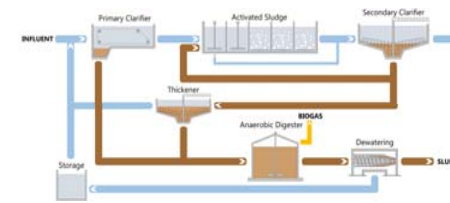


Рисунок 1. Технологическая схема станции очистки сточных вод (Solon и другие, 2017)

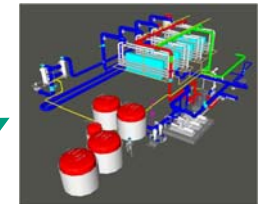


Рис 3. Информационная модель здания (BIM)

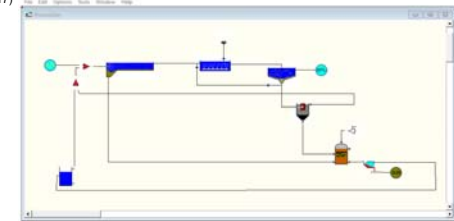
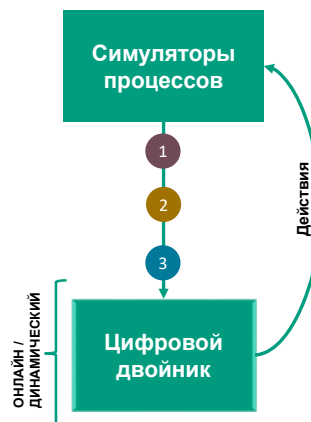


Рис 2. Имитатор процесса, разработанный в STOAT 5.1

9

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = **Цифровой Близнец** = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

От симуляторов процессов до цифровых двойников



Создание цифрового двойника

Следующие этапы необходимо выполнить для создания цифрового двойника из Симулятора процесса.

- 1** Получение данных
Сбор данных с онлайн-датчиков, исполнительных механизмов, частотных приводов, позиционеров клапанов и краевых устройств.
- 2** Предварительная обработка данных
Очистка необработанных данных, исключение отклонений и нормализация данных перед калибровкой модели.
- 3** Калибровка модели
Приведение заводских данных к математической модели.

10

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = **Цифровой Близнец** = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

ЧТО СОСТАВЛЯЕТ ЦИФРОВОГО БЛИЗНЕЦА?

Компоненты цифрового двойника



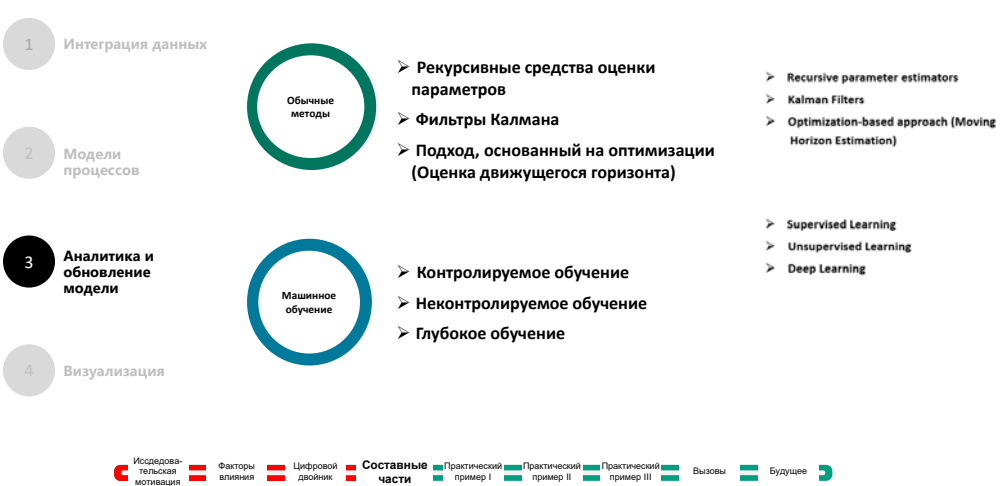
Компоненты цифрового двойника



Компоненты цифрового двойника



Компоненты цифрового двойника



Компоненты цифрового двойника



16

Полезность цифрового двойника в водном секторе

- Тренажеры/ Симуляторы для обучения операторов.
 - Прогнозный анализ и обслуживание.
 - Виртуальные / программные датчики.
 - «Что-если» сценарии и анализ.
 - Системы раннего предупреждения.
- Operator Training Simulators
 - Predictive analysis and maintenance
 - Virtual/ Software sensors.
 - What-if scenarios and analysis.
 - Early warning systems

Общее повышение эффективности и оптимизация технологических операций

ОСОБЕННОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ОПЕРАЦИЯХ В ВОДНОМ СЕКТОРЕ

Практический пример I

СИМУЛЯТОР ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРА (OTS) OPERATOR TRAINING SIMULATOR (OTS)

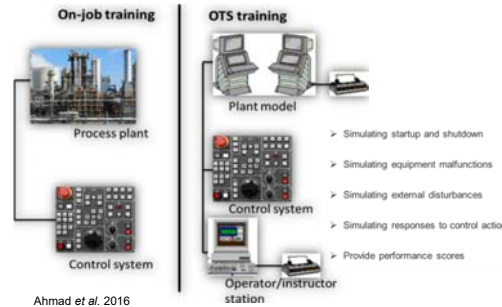
Что такое OTS? - Operator Training System

«Система обучения операторов (OTS) представляет собой виртуальное предприятие на вашем компьютере, позволяя операторам обучаться работе на предприятии перед запуском предприятия и на протяжении всего жизненного цикла предприятия.»

- Иокорава OTS

Симулятор процессов + Менеджер сценариев

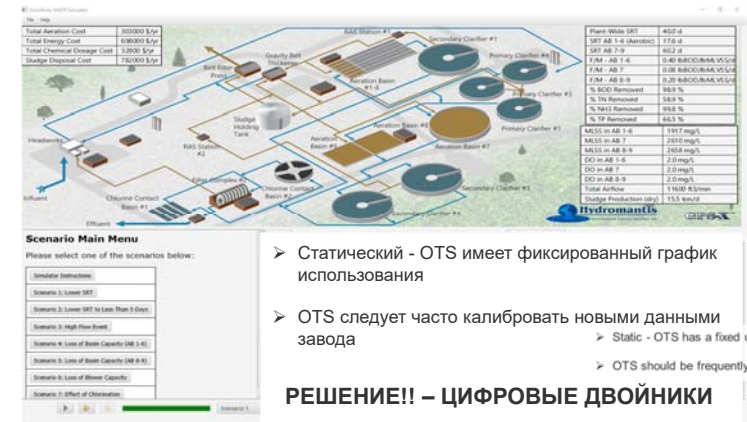
- Моделирование запуска и выключения
- Моделирование неисправностей оборудования
- Моделирование внешнего влияния
- Моделирование реакции на управляющие действия
- Оценка производительности



20

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

SimuWorks Менеджер сценария OTS



- Статический - OTS имеет фиксированный график использования
- OTS следует часто калибровать новыми данными завода
 - Static - OTS has a fixed usability timeline
 - OTS should be frequently calibrated with new plant data

РЕШЕНИЕ!! – ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

21

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

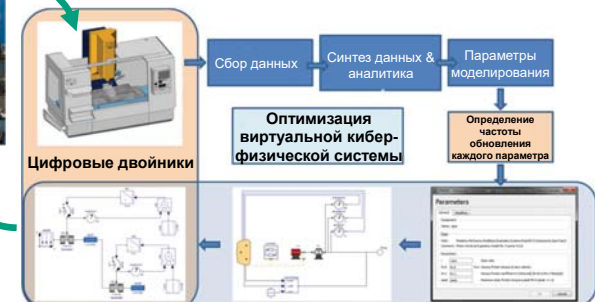
Практический пример II

ПРОГНОЗНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

PREDICTIVE MAINTENANCE OF EQUIPEMNT



- Насосы и компрессоры широко используются на очистных сооружениях.
- Оборудование с движущимися частями имеет срок эксплуатации.

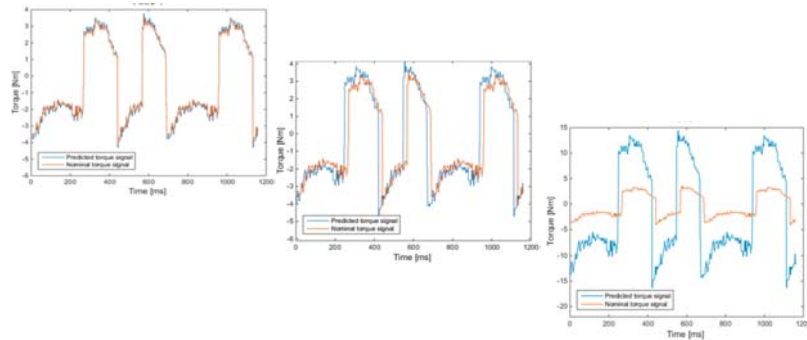


- Pumps and compressors are widely used in WWTP.
- Equipment with moving parts have an operating life.

23

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

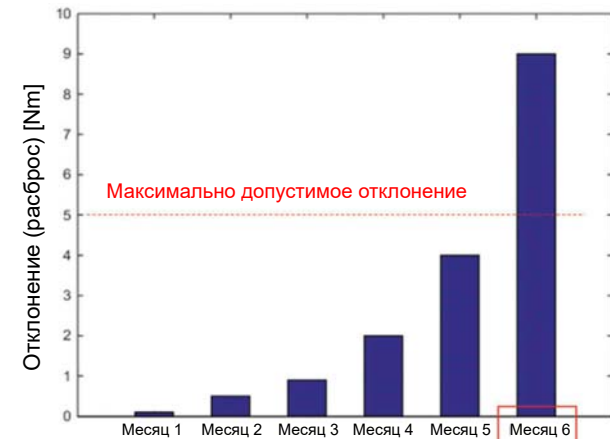
Оставшийся полезный срок службы (RUL) Remaining Useful Life (RUL)



24

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = **Практический пример II** = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Оставшийся полезный срок службы (RUL)



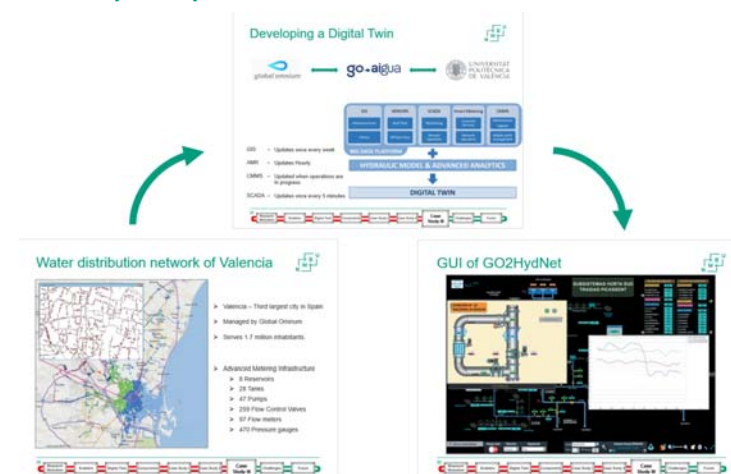
Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = **Практический пример II** = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Практический пример III

ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ WATER DISTRIBUTION NETWORK



Сеть распределения воды



Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = **Практический пример II** = **Практический пример III** = Вызовы = Будущее



Водораспределительная сеть Валенсии



- Валенсия - третий по величине город Испании
- Управляется Global Ominum
- Обслуживает 1,7 миллиона жителей.
- Расширенная инфраструктура
 - 8 резервуаров
 - 28 баков
 - 47 насосов
 - 259 клапанов управления потоком
 - 97 расходомеров
 - 470 манометров

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Создание цифрового двойника

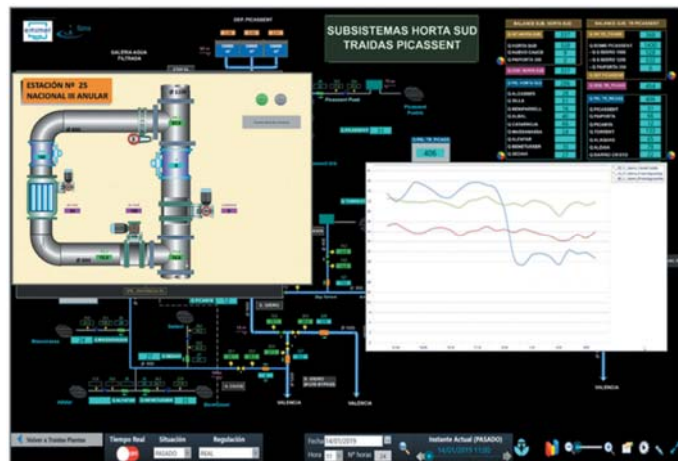


GIS - Updates once every week
AMR - Updates Hourly
CMMS - Updated when operations are in progress
SCADA - Updates once every 5 minutes

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

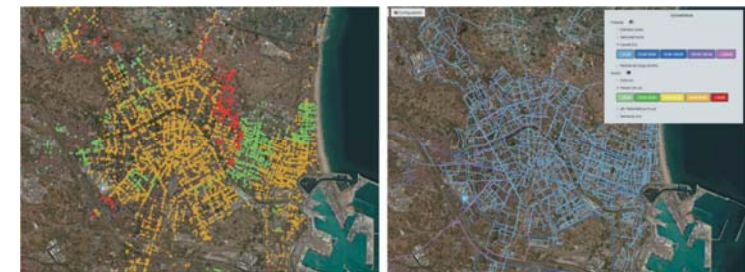


GUI GO2HydNet



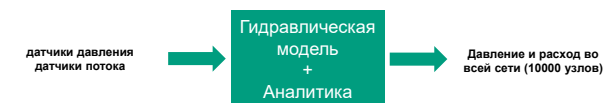
Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Виртуальные датчики



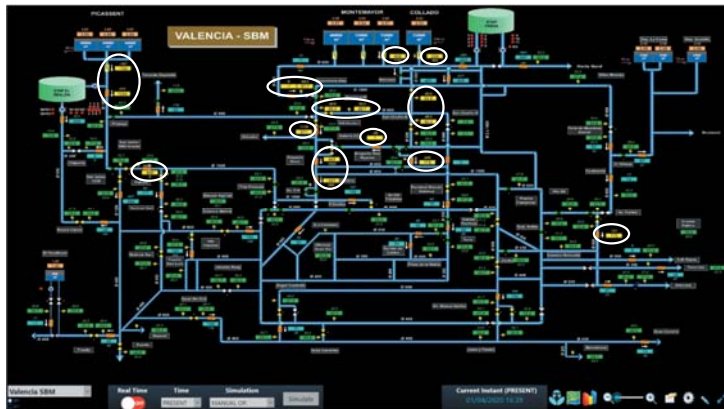
В водопроводной сети установлено 500 датчиков давления и расхода.

Измерение давления и расхода на 10000 узлов



Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Прогнозирование выхода из строя трубы

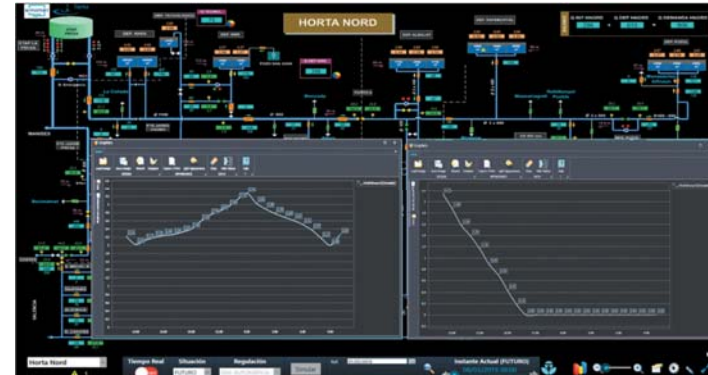


Прогнозирование выхода из строя трубы в реальном времени. Желтые прямоугольники представляют собой область сети с более высокой вероятностью отказа.

32

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Планирование технического обслуживания



Прогнозируемое изменение уровня в резервуаре на ближайшее время в нормальных условиях (слева).

Запрограммированная остановка для технического обслуживания на очистной установке (например, опорожнение резервуара во время очистки резервуара)

33

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Цифровой двойник - достижения



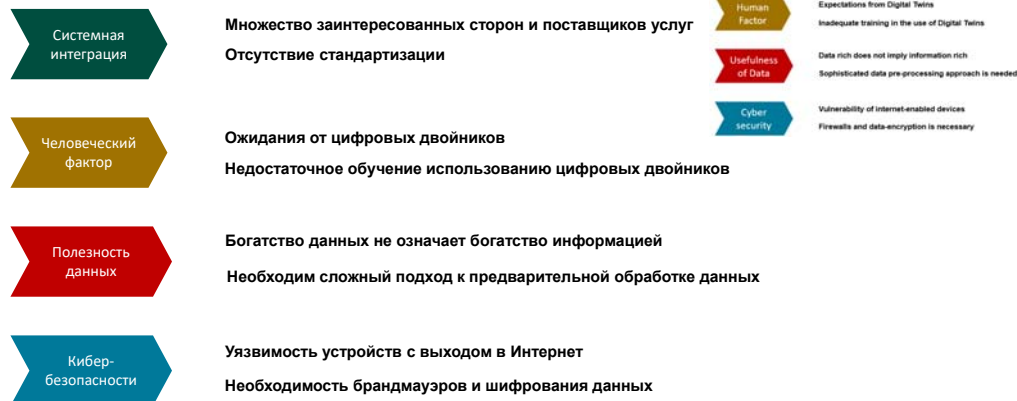
34

Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Вызовы



Вызовы



Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

БУДУЩЕЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Примеры коммерческих цифровых двойников

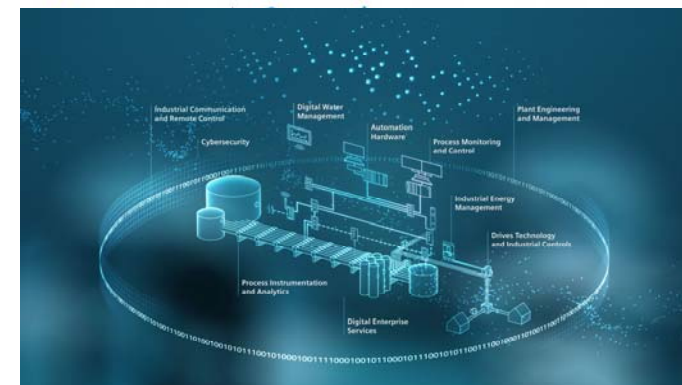


Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее

Форум цифровых двойников

Форум по умным водным сетям(SWAN)

Список компаний, работающих над развитием цифровых двойников в водном секторе



Исследовательская мотивация = Факторы влияния = Цифровой двойник = Составные части = Практический пример I = Практический пример II = Практический пример III = Вызовы = Будущее



Будущее цифровых двойников

«Экономия от мониторинга, автоматизации и управления находится в районе **320 миллиардов долларов США** с 2016-2020 гг. »

- Цифровое будущее GWI Water

«К 2021 году **половина** промышленных публичных компаний начнут использовать данные от цифровых двойников продуктов, подключенных к Интернету вещей».

- IDC, 2017 г.

«**13%** организаций, реализующих проекты Интернета вещей (IoT), уже используют цифровых двойников, а **62%** либо находятся в процессе установления использования цифровых двойников, либо планируют это сделать».

- Grand View Research Inc.

«Ожидается, что размер глобального рынка цифровых двойников достигнет **26,07 млрд долларов США** к 2025 году. По оценкам, в прогнозируемые годы рынок будет демонстрировать высокие среднегодовые темпы роста в **38,2%** ».

- Рынки и рынки



СПАСИБО

