



**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР**  
НОРМИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ



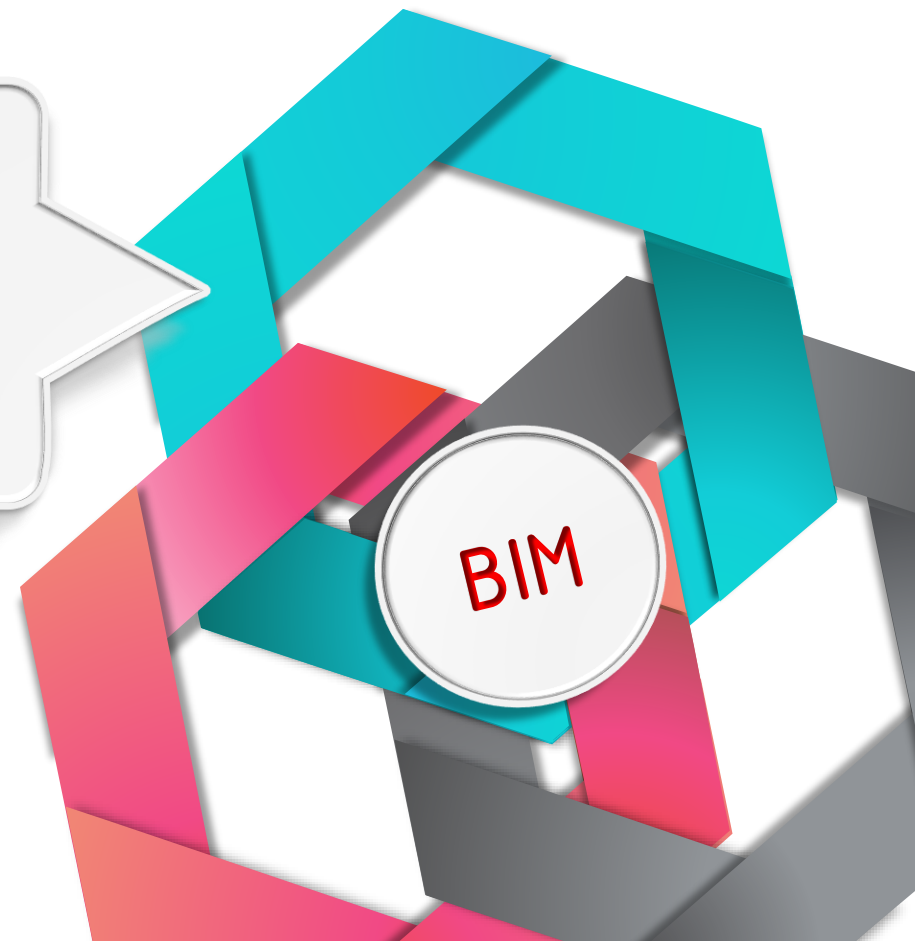
# НИР "Цифровой ПОС" (ЦПОС)

научно-исследовательская работа по разработке проектов организации строительства (ПОС) с использованием технологий информационного моделирования

Цифровой ПОС – это **мост** между  
проектной BIM-моделью и  
Цифровым строительством

## Доклад

11.03.2021  
г. Москва









## 2. Результаты НИР «Цифровой ПОС»

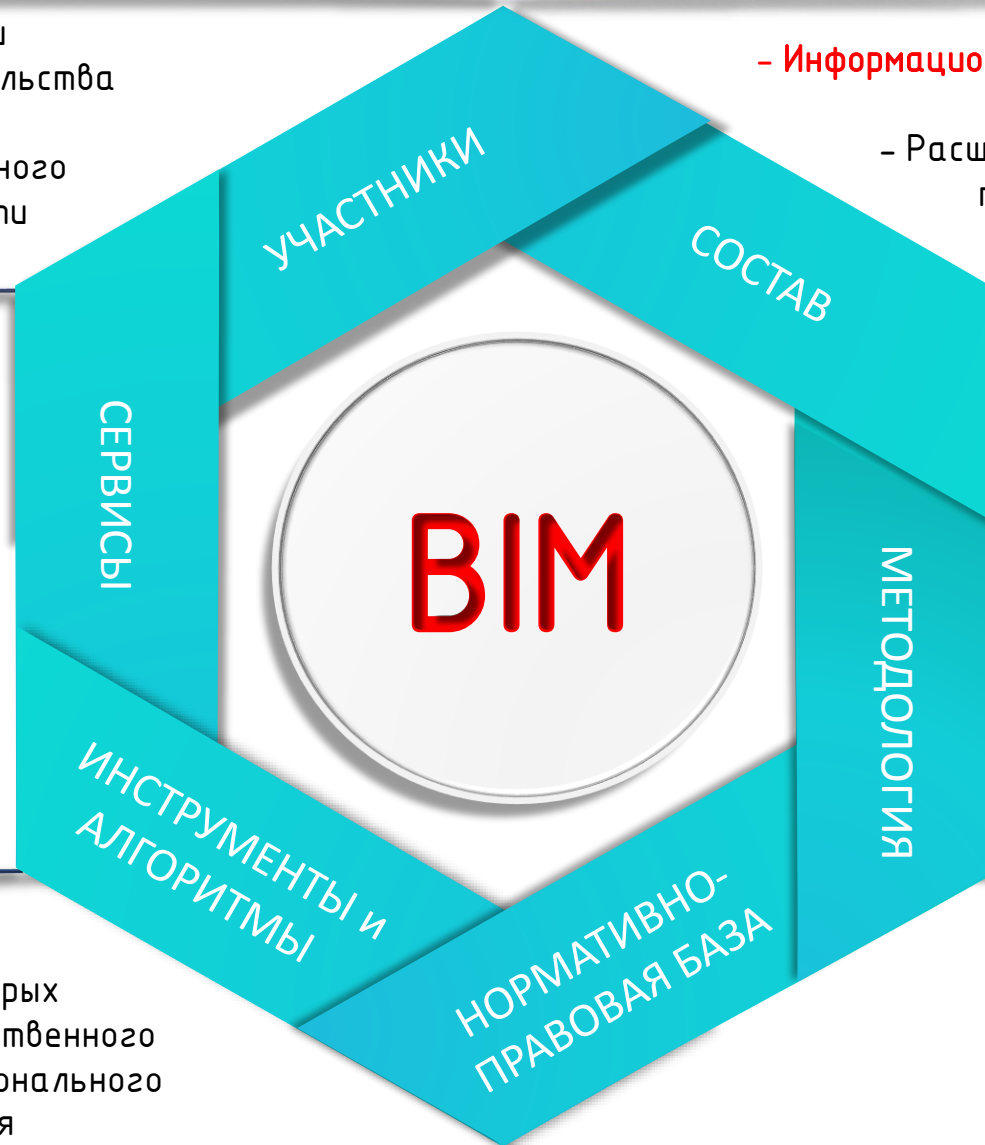
– Техническое задание на НИР по апробации разработанных подходов на этапе строительства

– Исследование и анализ схем информационного взаимодействия участников проекта в части разработки и применения Цифрового ПОС

– Интеграционные требования к государственным информационным системам (ГИСОГД, ТОР КНД и т.д.)

– Рекомендации по созданию информационных сервисов и информационных отраслевых ресурсов на основе государственно-частного партнерства

– Описание классов задач, выполнение которых возможно с применением алгоритмов искусственного интеллекта с целью выбора наиболее рационального организационно-технологического решения



– Информационные требования Заказчика к Цифровому ПОС

– Расширение существующих требований к Сводной проектной цифровой информационной модели

– Исследование и анализ российских и зарубежных правил, норм, практик, опыта, научных разработок и методик в части "Цифрового ПОС"

– Руководство по применению BIM для моделирования строительства и подготовки ПОС

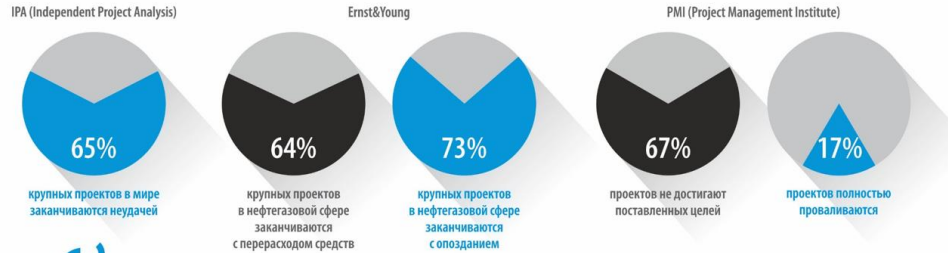
– Демонстрационные примеры реализации Цифрового ПОС

– Предложения по снятию правовых и нормативно-технических барьеров, а также по актуализации НТД

# 3. Подробнее: Аналитическая часть

## Ситуация в строительстве

НА ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ СООРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАТЯТСЯ КОЛОССАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, И, ТЕМ НЕ МЕНЕЕ, ПО ДАННЫМ АВТОРИТЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ:



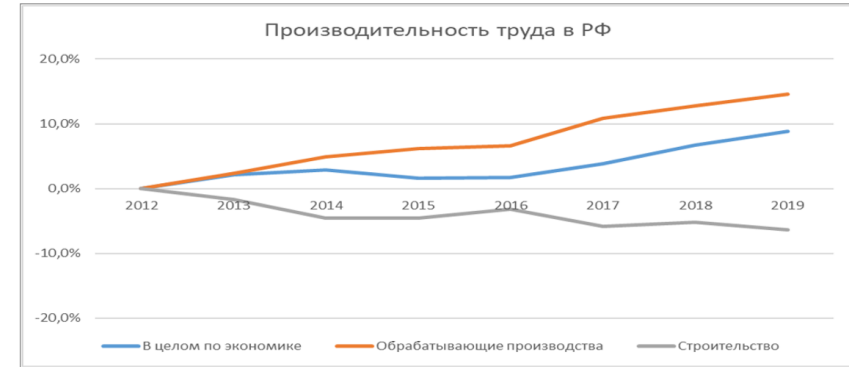
ПРИМЕРЫ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ:

- **Olkiluoto 3** (Финляндия): задержка **больше 8 лет**, превышение бюджета **свыше 2,5 раз**
- **Flamanville 3** (Франция): задержка на **4 года**, превышение бюджета в **2,5 раза**
- **V.C. Summer** (США): ожидаемая задержка **7 лет**, бюджет превышен **>100%**, в 2017 г. проект остановлен

- **Sammen** (НР): задержка на **2,5 года**, превышение бюджета **более 30%**
- **Watts Bar** (США): задержка на **3 года**, превышение бюджета в **2 раза**

Примеры по другим отраслям: <https://pedio.com/site/budget-busters>

## Ситуация в строительстве



В целом по экономике	0,0%	2,1%	2,9%	1,6%	1,7%	3,8%	6,7%	8,9%
Обрабатывающие производства	0,0%	2,3%	4,9%	6,2%	6,6%	10,8%	12,8%	14,6%
Строительство	0,0%	-1,7%	-4,6%	-4,6%	-3,2%	-5,8%	-5,2%	-6,4%

Данные Федеральной службы государственной статистики [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

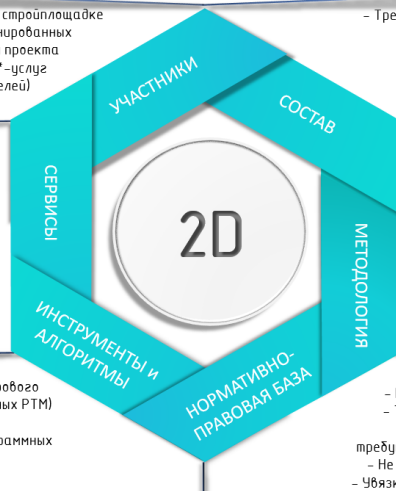
## Комплекс проблем и трудностей

- Отсутствует культура применения BIM на стройплощадке
- Отсутствует практика принятия скоординированных решений "день в день" по всем направлениям проекта
- Неразвитость рынка инженеринговых VDC\* - услуг
- Дефицит кадров (BIM-технологов-строителей)

\* VDC – Virtual Design and Construction

- Ресурсный метод расчётов не обеспечен
- Нет Цифровых баз технологических карт (тем более параметризованных)
- Нет Цифровой базы требований к работам и изделиям, привязываемой к элементам графика строительства и наряд-заказам (чек-листы ПТО и стройконтроля)

- Низкий уровень зрелости технологий Цифрового ПОС в мире ("мультфильм" вместо полноценных РТМ)
- Недостаточно развитый рынок конкурентоспособных отечественных программных продуктов для заказчиков Цифрового ПОС, поддерживающих BIM

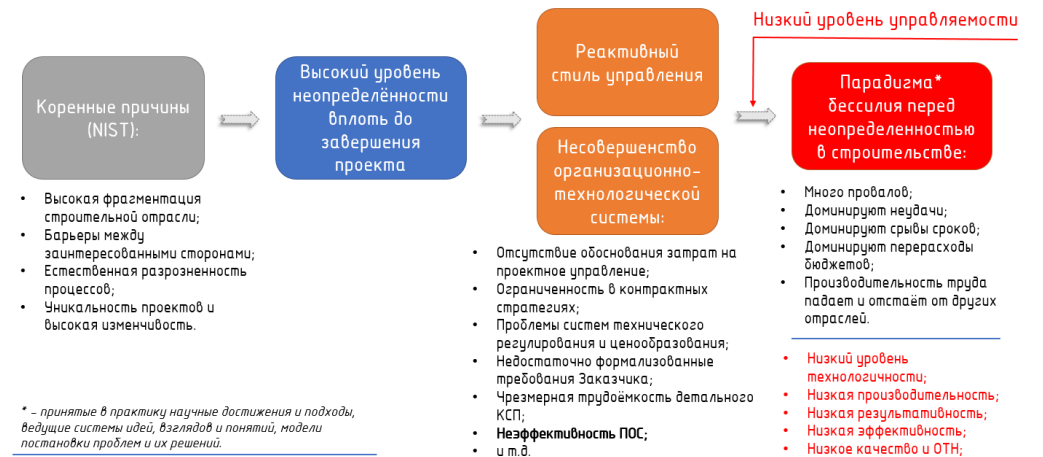


- Требования к проектным моделям не учитывают потребности в моделировании ПОС
- В отличие от проектных моделей не описана онтология элементов
- Технология веляния на захватки (пакеты работ) не раскрыта

- Низкий уровень детализации
- Планирование "сверху-вниз"
- Схема принятия решений отсутствует (равно как комплексный многомерный учёт всех видов ограничений, итерационность и вариативность)
- Методология не имеет в основе подходов к повышению ТЭП
  - Требования верхнеуровневые
  - "КАК" остаётся под вопросом
- Методология верификации ПОС на реализуемость отсутствует

- Элементные сметные нормы не однородны
- Классификация элементов ПОС отсутствует
- Требования к содержанию ПОС не полноценны
  - Технологически обоснованные нормативы требуют модернизации / дополнения / расширения
  - Не определены сметные нормы на Цифровой ПОС
- Увязка работ и ресурсов в КСИ пока отсутствует

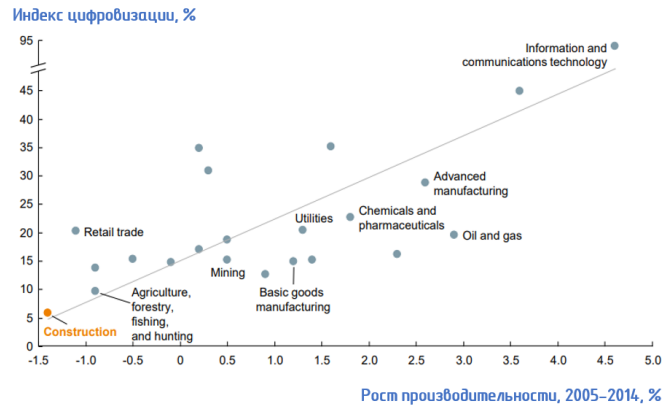
## Основная цепочка причинно-следственных связей



- Низкий уровень технологичности;
- Низкая производительность;
- Низкая результативность;
- Низкая эффективность;
- Низкое качество и ОТН;
- Чрезмерные риски!

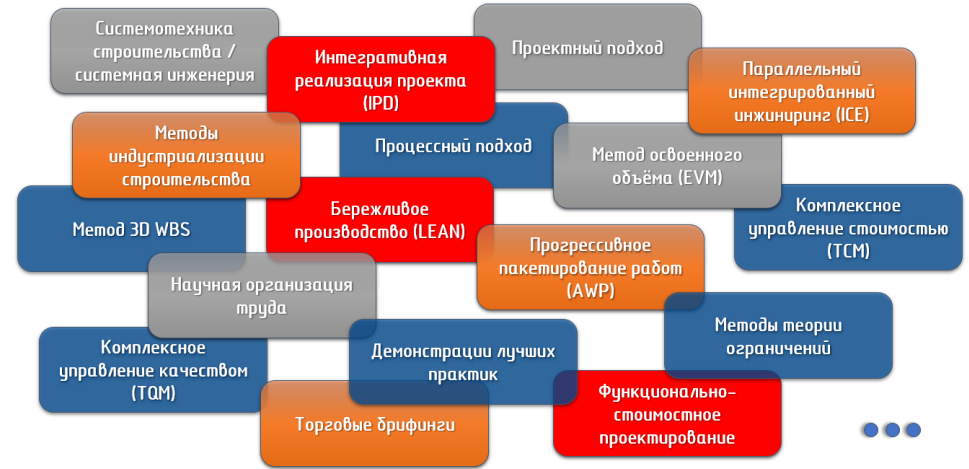
# 4. Подробнее: Аналитическая часть

## Основной тренд – цифровая трансформация строительной отрасли к Индустрии 4.0 и цифровой экономики



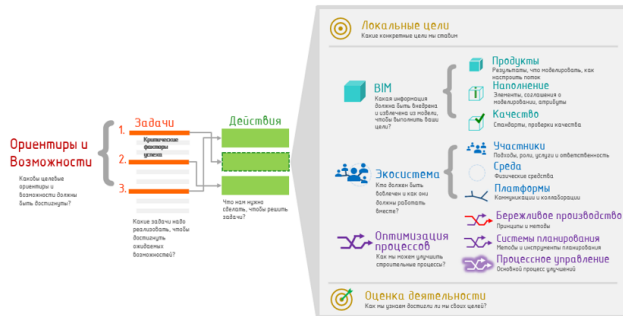
- Снижение фактических затрат на 35%;
- Сокращение фактического времени строительства на 50%;
- Улучшение ROCE на 57%.

## Накопленный потенциал: требуется интеграция



## BIM-ориентированные суперфреймворки

Singapore VDC\* Framework  
Формализованная практика "Виртуальное проектирование и строительство"



\*VDC – Virtual Design and Construction

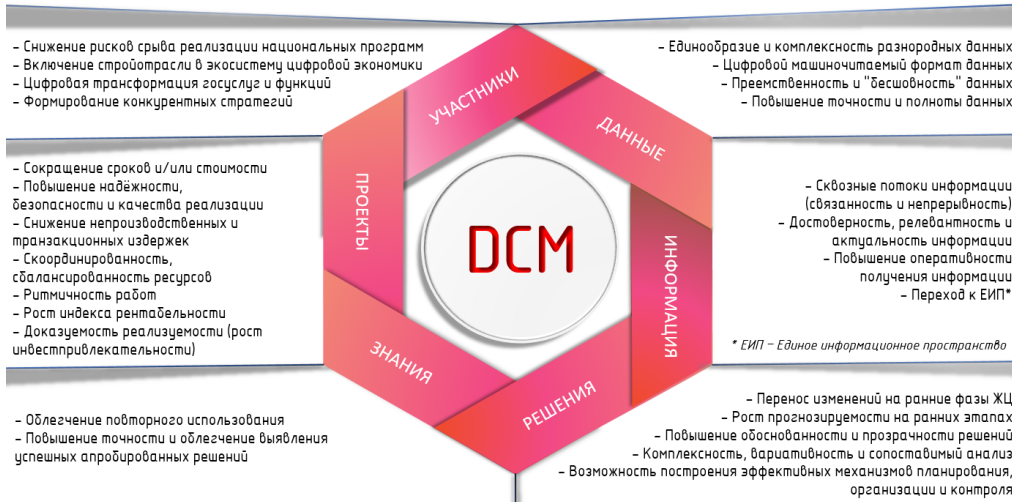
DIGITAL CONSTRUCTION Цифровое строительство	DATA-DRIVEN CONSTRUCTION Дата-ориентированное строительство
<b>Проектный менеджмент</b> – Интегрированное выполнение проекта – Коллаборативное выполнение проекта – Стандартизация – Система непрерывных улучшений	<b>Индустриализация строительства</b> – Каркасное и блочное строительство – Панельное строительство – Модульное строительство – Мобильные домокомбинаты
<b>Цифровизация</b>	<b>Бережливое производство</b> – BIM-центрированное управление проектами – Единое информационное пространство – Цифровая двойники – Гиперавтоматизация – Облачные технологии – Интернет-вещей (киберфизические среды) – GPS / NFC / LoRAWAN технологии

## Предложения по усилению подхода к цифровизации строительства

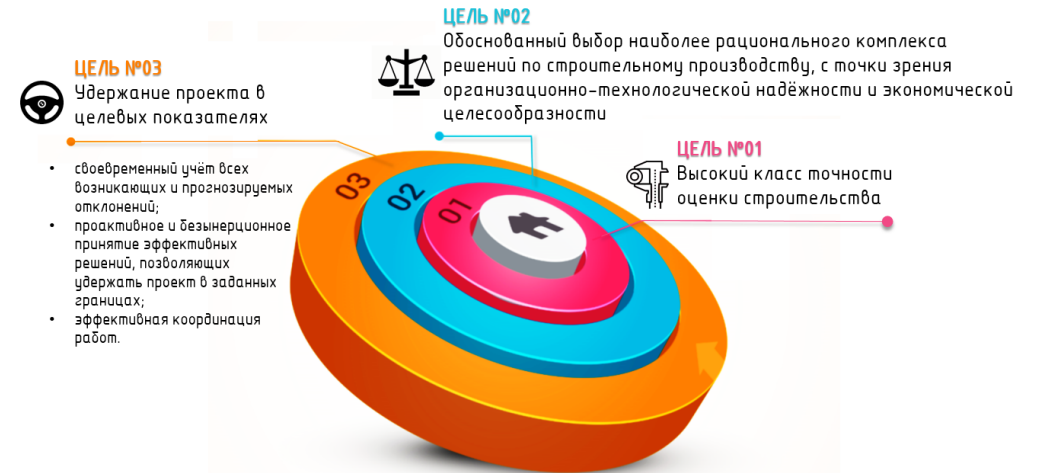
Singapore VDC Framework	VS	Цифровое управление строительством
Детальное планирование (Last Planner) по ходу выполнения работ		Детальное планирование на этапе разработки ПОС с последующей непрерывной актуализацией
Руководство только на цифровую информационную модель ОКС		Цифровой ПОС на базе комплексной имитационной модели
Процессный подход + LEAN + IPD + ICE		Отсутствие ограничений на включение методологий и практик
Не систематизированы подходы к оптимизации		Опирается на индустриализацию строительства, NOT и системотехнику строительства
Поверхностный подход к формированию системы целей + примеры		Предопределенная система базовых целей и задач
Поверхностный подход к перечню действий, моделей, решений + примеры		Детальный процесс принятия решений в рамках разработки и применения ПОС в приближке к ИМ

# 5. Результат: Цели и способы их достижения

## Многогранная система целей DCM



## Верхнеуровневые цели (уровень проекта)



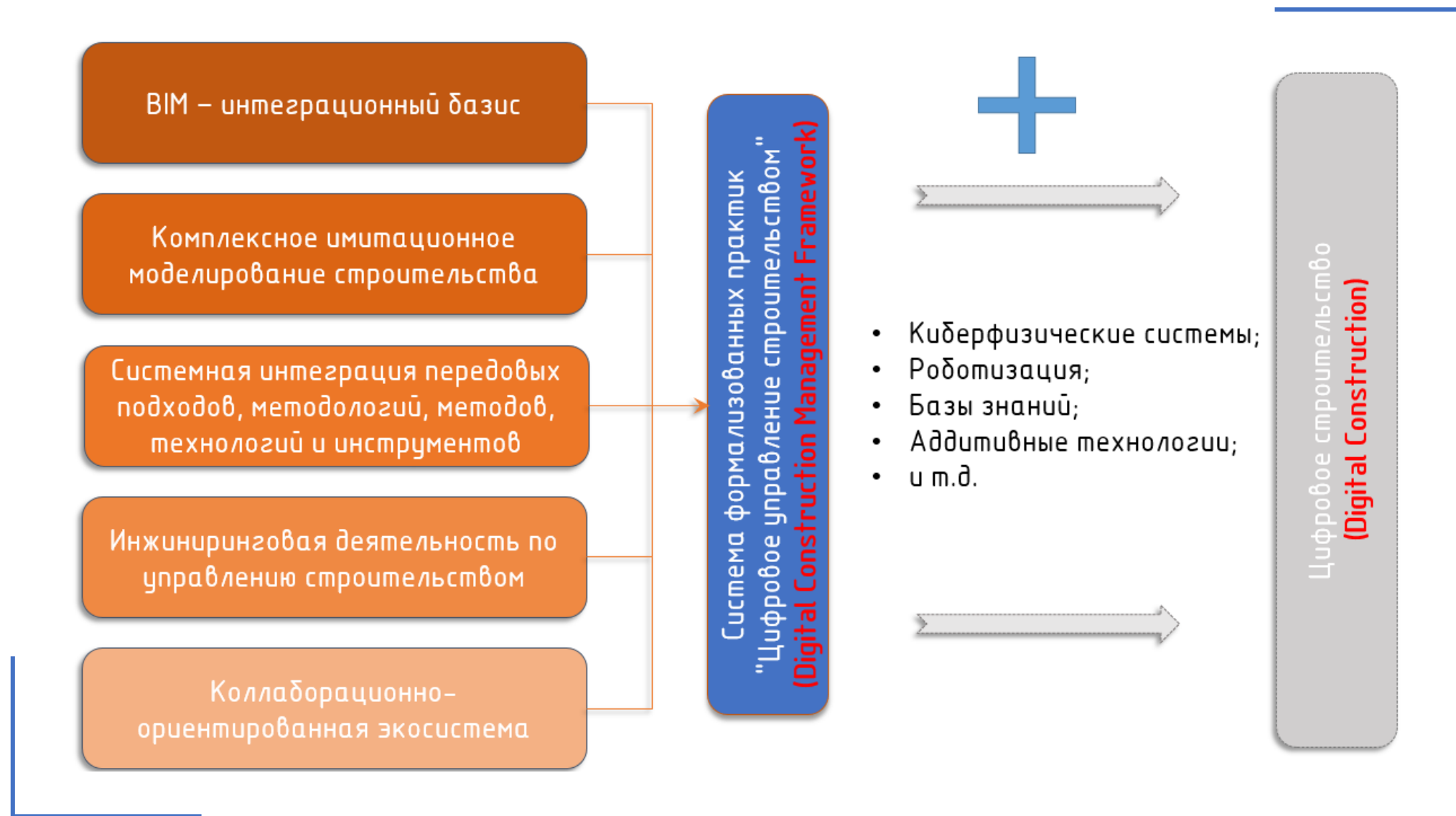
## Высокий класс точности оценки строительства (полнота и обоснованность)

Чем определяется	За счёт чего достигается
1) <b>Учёт всех аспектов, имеющих и прогнозируемых ограничений</b>	Полный перечень решений ПОС Детальная методология Цифрового ПОС Технология комплексного имитационного моделирования (КИМ)
2) <b>Точные и более детализированные данные об объёмах работ</b>	Строительная модель Пусковые комплексы, узлы и захватки Частные рабочие процессы
3) <b>Технологически обоснованный график строительства ("снизу-вверх")</b>	Технологически обоснованные нормативы База технологических карт
4) <b>Автоматизированное ресурсно-технологическое моделирование и оценка затрат</b>	База правил
5) <b>Соответствие расценок рыночным</b>	Ресурсный метод оценки стоимости Вспомогательные, временные здания и сооружения
6) <b>Прочая полнота оценки</b>	Параметрические условные модели
	Технологические перерывы
	Условия труда, отклоняющиеся от нормальных Динамические ставки возмещения

## Рациональный комплекс решений (надёжность и экономическая целесообразность)

Чем определяется	За счёт чего достигается
1) <b>Максимальная индустриализация и механизация</b> (максимальная производительность – снижение сроков, повышение орг.-тех. надёжности)	Базы методов, технологий, материалов Единство представления конфигурации объекта Многовариативный функционально-стоимостной анализ
2) <b>Снижение косвенных издержек на нецелесообразное использование финансовых средств</b>	Переход к узловому методу строительства Обоснованное распределение капитальных затрат по ходу проекта Поточный метод организации работ Выравнивание потоков (загрузки ресурсов)
3) <b>Минимизация простоев, авралов и срывов</b> (рациональная организационно-технологическая надёжность)	Организационно-техническое моделирование Синхронизация обеспечения с рабочими процессами Анализ перегрузки ресурсов (критической цепи) Буферизация, резервирование и прочая работа с рисками
4) <b>Дальнейшее запараллеливание работ</b> (сокращение сроков)	База несовместимости работ на одной захватке Таблица взаимозаменяемости специальностей
5) <b>Снижение кратных потерь позднего принятия решений</b>	Смещение уровня проработки ППР в ПОС ПОС – требования к выбору генерального подрядчика

# 6. Результат: Система формализованных практик «Цифровое управление строительством» (DCM)





# 7. Комплексное имитационное моделирование





# 8. «Цифровой ПОС» – основа DCM и DC

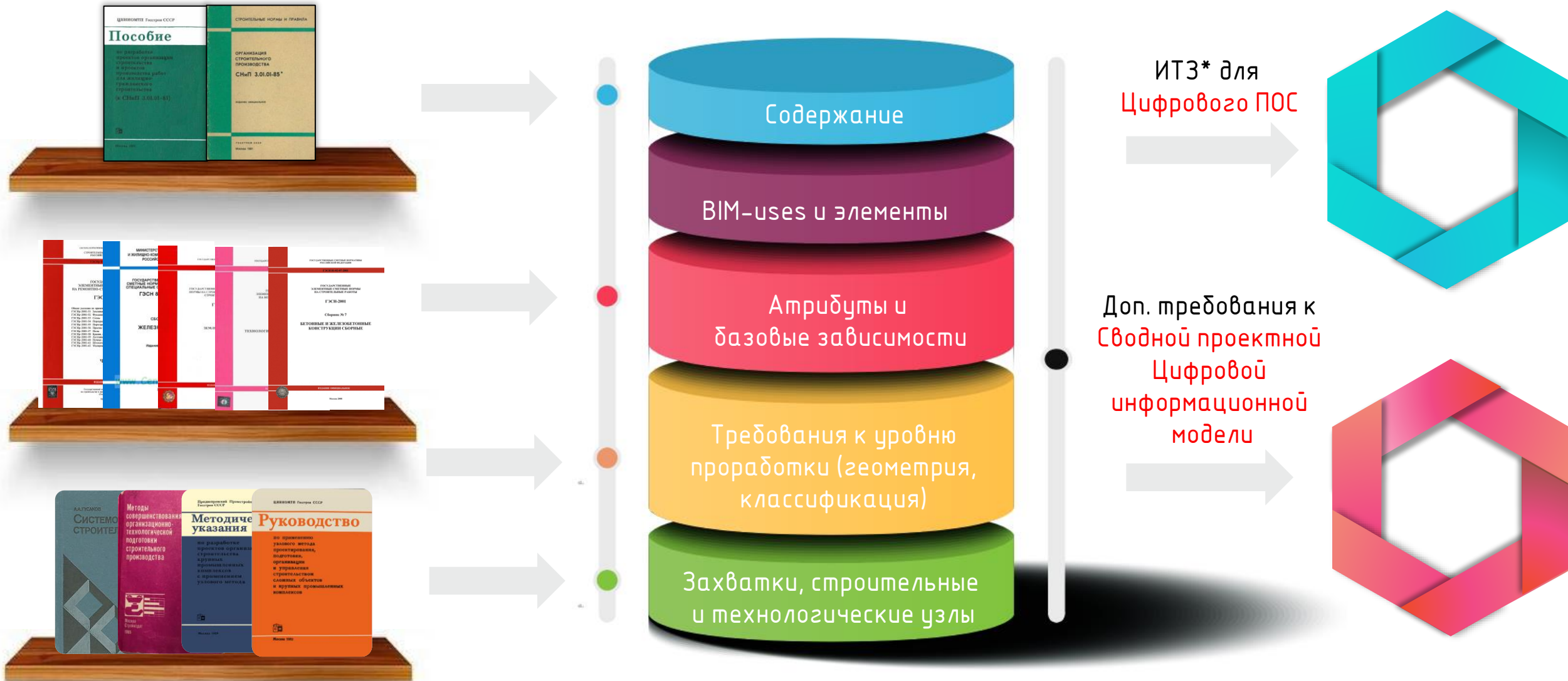
цифровой  
ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА



сводная  
ПРОЕКТНАЯ  
ЦИФРОВАЯ  
ИНФОРМАЦИОННАЯ  
МОДЕЛЬ

цифровое  
СТРОИТЕЛЬСТВО

# 9. Результат: Информационные требования заказчика на «Цифровой ПОС»



\* ИТЗ – Информационные требования заказчика

# 10. Результат: Руководство по разработке ЦПОС

## Порядок разработки и применения ЦПОС



## Содержание Цифрового ПОС

Раздел	Показатели	Решение	
9	Объемные решения по инженерной подготовке строительной площадки	9.4 Стройплощадки	Обеспечение временных инженерных коммуникаций и т.д. Связки на стройплощадке подготовительного и основного периодов строительства
10	Управление строительством	10.1 Организационная структура	Рекомендации по структуре управления строительством
		10.2 Организация оперативно-диспетчерского управления	Рекомендации по организации оперативно-диспетчерского управления и контроля
		10.3 Организация оперативно-диспетчерской связи и коллоквиумов	Рекомендации по организации оперативно-диспетчерской связи и коллоквиумов
11	Технико-экономические показатели ЦПОС	11. Общие и узловые ТЭП	Запреты труда на выполнение строительно-монтажных работ (общие и узловые). Максимальная численность работающих, выработка на одного рабочего и др. Общая продолжительность строительства, в том числе подготовительного периода и первого монтажа оборудования
<b>Графическая часть</b>			
12	Характеристики условий строительства	12.1 Ситуационный план строительства	Базисные транспортные и энергетические связи. Отвалы и резервы грунта. Предприятия строительной, обеспечивающие потребности строительства (коллекция). Размещение проектируемого предприятия (коллекция).
		12.2 Схема разбивки на узлы с перечнем и составом узлов	Схема размещения объектов и коллоквиумный план проектируемого предприятия (коллекция).
13	Узловой метод	13.1	Перечень и состав узлов. Полузловые объемы строительно-монтажных работ в трудовом плане.
		13.2	Последовательность выполнения технологических процессов основного производства в каждом узле, вид этих процессов. Состав основного технологического оборудования с указанием выходов энергооборудования, необходимых для оборудования и функционирования технологического процесса в пределах каждого узла.

## Принципы структурирования данных

### ПРИЛОЖЕНИЕ Е РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

**Е.1 Предпроектная работа**  
На стадии предпроектных работ осуществляется концептуальное проектирование и разработка задания на проектирование, являющееся основой для организационно-технологического проектирования.

В ходе концептуального проектирования разрабатываются:  
1) Блок-схема производства (BFD – Block Flow Diagram), которая выбирается по результатам вариативного рассмотрения проектных решений на первом этапе концептуального проектирования объектов обрабатывающей промышленности, представляет собой укрупненную схему передачи продукции и позволяет выделить в технологической установке технологические узлы для последующего применения узлового метода проектирования, организации в строительстве с отражением их организационно-технологической документации.

2) Технологическая (процессная) схема (PFD – Process Flow Diagram) объектов обрабатывающей промышленности с материальными и энергетическими балансами, формируемая на втором этапе концептуального проектирования, детализирует блок-схему производства до единичных технологических процессов и позволяет выделить именованные технологические узлы для последующего принятия решений о степени применения комплексно-блочного и узлового методов в проекте.

3) Объемно-конструктивная компоновка, формируемая на третьем этапе концептуального проектирования объектов обрабатывающей промышленности или на этапе архитектурной концепции объектов социально-культурного сектора, позволяют выделить строительные узлы и определить предварительное членение объекта на заготовки.

4) Результаты инженерных изысканий являются основой для принятия проектных и организационно-технологических решений. Создаваемые в процессе инженерных изысканий цифровые модели местности должны содержать достаточный набор данных для принятия этих решений. Метриками геологических и гидрогеологических изысканий используются при размещении на строительной площадке объектов строительного комплекса в том случае, когда необходимо знать местную способность грунта и другие их характеристики и уровень грунтовых вод. Результаты инженерно-экономических изысканий используются

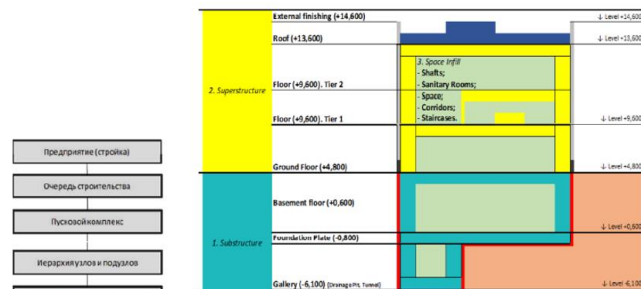


Рисунок E.5 – Правила деления / именованния на вертикальные заготовки



Рисунок E.4 – Иерархическая структура описания Стройки (Предприятия)

## Демонстрационные примеры

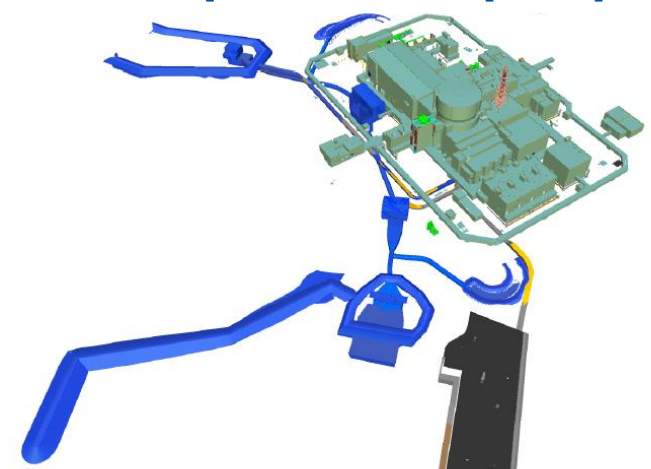


Рисунок 3.7 – Строительный узел: SWS. Водоснабжение производственно-техническое



# 11. Результат: **Комплекс необходимых изменений**

## Базовая регламентация

2021 год:

ГОСТ "Строительная цифровая информационная модель. Правила построения"

Актуализация СП 48.13330.2019 "Организация строительства"

2022 год:

ГОСТ "Ресурсно-технологическая модель. Правила построения"

ГОСТ "Организационно-технологическая модель. Правила построения"

СП 301.1325800.2017 "Правила организации работ ПТО"

## Гармонизация

ВОР, Спецификации, Журналы работ в электронном виде:

Требования к структуре и формам ВОР, получаемых из BIM

Приказ от 04.08.2020 № 421/пр

Адаптация форм спецификаций оборудования, изделий и материалов под электронный вид: введение, разделение столбцов, типоразмер, материал

ГОСТ 21.110-95

Уход от разрыва таблиц ("Продолжение таблицы")

ГОСТ 7.32-2017 и др.

Смена главы "Содержание службы заказчика-застройщика" на "Управление проектом" и обеспечение норм затрат

Постановление №87 и сметные нормы

Общий и специальный журнал учёта выполнения работ в электронном виде в двух вариантах (ИС застройщиков, ГИС), XML формат и формы, УКЭП

Приказ Ростехнадзора от 12.01.2007 №7 и РД-11-05.2007

Расширение состава информации поступающей от стройнадзора

Стройнадзор в электронном виде

Постановление Правительства РФ от 01.02.2006 № 54

Рекомендации по применению AR/MR-планшетов для контроля качества, состав информации о дефектах и нарушениях (геометки и ...) и обеспечение норм затрат

ГОСТ Р 51872, СП 48.13330.2019 и др., сметные нормы

Ведение дела в электронном виде с использованием ИС стройнадзора с включением в дело электронных документов или реквизитов документов (если они размещены в ЕГРЗ/ГИСОГД)

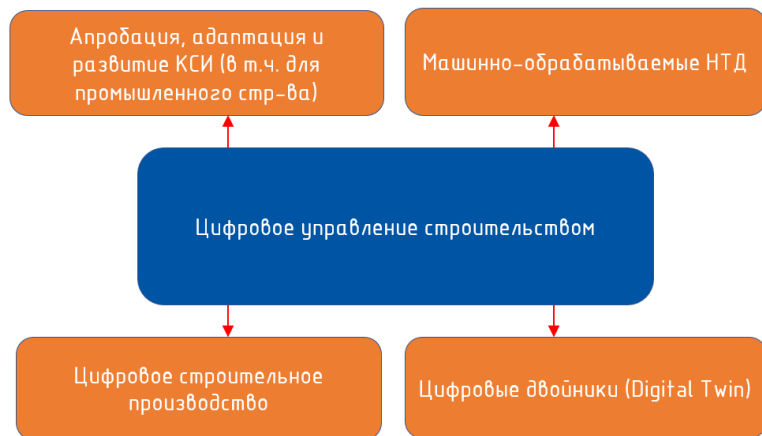
Приказ Ростехнадзора от 26.12.2006 № 1130

Доступ стройнадзора в ЕГРЗ к проектной документации по реквизитам

Приказ Минстроя России от 22.02.2018 №115/пр

# 12. Дальнейшие мероприятия

## Активное участие в развитии Системы формализованных практик «Цифровое управление строительством» (DCM)



## Интеграция усилий с международным сообществом



Рабочая группа по  
цифровизации управления строительством

## Инженер-консультант в строительстве НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

