

470652

## **Цифровые двойники подвижного состава. Стратегия реализации.**

Андрей Чураков  
ТМХ (ТМХ Инжиниринг)

### **Цели обучения**

- Дать определение цифрового двойника для разных этапов жизненного цикла продукта
- Определить потребность в реализации цифровых двойников для своей компании
- Разработать стратегию реализации цифровых двойников в машиностроительной компании
- Сформировать список проблем, препятствующих цифровизации компании

### **Описание**

Сегодня цифровизация и построение цифровых двойников представляют интерес для компаний, стремящихся быть в авангарде технологий и ищущих возможности для расширения бизнеса. В данном обсуждении будет рассмотрен подход компании ТМХ к формированию цифровой стратегии и реализации цифровых двойников подвижного состава. Будучи одним из самых крупных машиностроительных холдингов России и СНГ, особенностью компании является работа на всех этапах жизненного цикла продукции, поэтому необходимо определить границы ЦД для всех участников процесса. Является ли ЦД необходимостью для бизнеса? Что необходимо предпринять компании для успешной реализации ЦД? Что такое цифровой макет изделия, цифровая тень, цифровой завод? В чем их отличия? Следует ли цифровизовать бизнес-процессы компании или сосредоточиться на инженерных данных? Эти и другие вопросы мы обсудим на примере реализации цифровой стратегии ТМХ и построения единой платформы управления разработкой, производством и обслуживанием.

### **Докладчик(и)**

Андрей Чураков начал карьеру в машиностроении с крупнейшего завода России по производству вагонов метрополитена. Направлением работы была выбрана оптимизация бизнес-процессов проектирования и разработки изделий. На текущий момент Андрей работает в крупнейшем инжиниринговом центре СНГ – «ТМХ Инжиниринг», разрабатывающем практически все виды подвижного состава. Одним из ключевых направлений работ на текущий момент является построение единой платформы управления разработкой, производством и обслуживанием, следствием чего является создание цифрового двойника продукта.

## Введение и определение цифрового двойника

Широкое распространение концепция «Цифрового двойника» получила начиная со второй половины 2010х годов как одна из составляющей Четвертой промышленной революции. В целом, все определения цифрового двойника сводились к пониманию ЦД как цифрового аналога актива физического мира, моделирующего в цифровой среде поведение этого актива и его реакцию на внешние воздействия. Проблема возникает при определении ЦД различных объектов. В случае, если компания производит и продаёт какой-либо продукт используя свои производственные мощности, то что называть цифровым двойником продукта? Его физико-математическую модель? Его цифровую тень (данные из эксплуатации)? Относится ли к этому цифровая модель завода, где продукт изготавливается?

### Национальный стандарт

В Великобритании на национальном уровне определены подходы к цифровизации. The Centre for Digital Built Britain (CDBB) - это партнерство между Департаментом бизнеса, энергетики и промышленной стратегии и Кембриджским университетом для создания интеллектуальной цифровой экономики для инфраструктуры и строительства в будущем и преобразования подхода строительной отрасли Великобритании.

В 2019г. подразделение CDBB - Digital Framework Task Group выпустило статью-манифест «The Gemini Principles», в котором излагаются предлагаемые принципы и определения Национального цифрового двойника. Предлагается два основных определения:

ЦД 1: динамическая модель актива, получающая на входе текущие данные о производительности с физического устройства от датчиков в реальном времени; При этом обратная связь с физическим активом (близнецом) осуществляется через управление в реальном времени.

ЦД 2: статическая модель стратегического планирования, получающая на входе через корпоративные системы данные долгосрочного характера. При этом обратная связь с физическим активом (близнецом) осуществляется через процесс капиталовложений.

Также «The Gemini Principles» описывает основное отличие Цифрового двойника от любой иной цифровой модели актива, которое заключается в обязательной связи модели с физическим активом. Более того, приводятся основные свойства ЦД:

1. Разнообразие целей (назначения) ЦД
  - Оценка потенциала в будущем
  - Оценка текущего состояний
  - Оценка исторических данных
  
2. Разнообразие пространственных (объектных) масштабов ЦД
  - Актив (изделие) или здание
  - Сеть или район
  - Город и регион
  - Национальное применение

3. Разнообразие временных масштабов ЦД
  - Оперативные сроки принятия решений
  - Реактивные сроки принятия решений
  - Плановые сроки принятия решений (по обслуживанию)
  - Стратегический подход (капиталовложения)
  
4. Разнообразие подходов к моделированию
  - Геометрическое и геопространственное моделирование
  - Вычислительное/математическое/численное моделирование
  - Искусственный интеллект и машинное обучение

Из всего сказанного можно сделать вывод, что само понятие Цифрового двойника не может быть единственно верно определено для любого объекта или компании. Тем не менее, крайне важно для компании, стремящейся к реализации Цифровых двойников дать четкое определение ЦД для всех заинтересованных сторон. Компании следует зафиксировать – для каких целей ей необходимо реализовывать ЦД, к каким объектам/активам ЦД будет применен каким образом ЦД следует реализовывать.



## Предпосылки к созданию ЦД и его определение

### Предпосылки создания ЦД

В рассматриваемом примере используется опыт компании TMX – одного из крупнейших игроков по разработке, производству и обслуживанию подвижного на рынке России и СНГ. Чтобы отвечать требованиям реальности TMX как и большинство компаний реализует комплексную стратегию цифровой трансформации. Однако, сама по себе цифровая трансформация не является предпосылкой к созданию цифровых двойников. Напротив, TMX сформировало четкий перечень современных вызовов, решение которых становится доступных при реализации цифровых двойников:

1. Скорость вывода новых продуктов на рынок (Time to Market)
2. Переход на контракты жизненного цикла (КЖЦ). Повышение эффективности КЖЦ
3. Высокое качество опытных образцов
4. Широкая география проектирования
5. Широкая география производства
6. Широкая география обслуживания



## Определение ЦД в ТМХ

В ТМХ входят 15 производственно-сборочных площадок и единый инжиниринговый центр. В связи с большим количеством заинтересованных сторон было необходимо прийти к единому пониманию цифрового двойника в компании.

В ТМХ объектом реализации цифровых двойников был выбран основной продукт компании – подвижной состав. При этом было сформулировано определение:

**Цифровой двойник изделия** - программный аналог физического изделия, полностью его повторяющий конструктивно и моделирующий технические характеристики, внутренние процессы и поведение реального объекта в условиях внешних воздействий, включая окружающую среду, **на всех этапах ЖЦ изделия.**

Ключевым свойством ЦД является его определение на всех этапах жизненного цикла, что включает в себя данные проектирования, производства и эксплуатации, то есть самого физического объекта.

## Стратегия и реализации ЦД подвижного состава

### Нужен ли вам ЦД?

Вашей компании нужен ЦД если:

- Вы можете определить показатели деятельности или бизнес-функции, на которые повлияет реализация ЦД
- Вы можете определить задачи, решаемые ЦД
- Вы готовы реализовывать ЦД как проект на уровне топ-менеджмента

Вашей компании НЕ нужен ЦД если:

- Вы считаете ЦД неотъемлемым компонентом цифровой трансформации
- Вы не можете сформулировать задачи, которые будет решать ЦД
- Вы не можете определить сущность ЦД для всех заинтересованных сторон на всех этапах ЖЦ

### Задачи, которые решает цифровой двойник

- Повышение скорости вывода продукта на рынок
- Прозрачное ценообразование
- Решение максимального количества проблем на ранних этапах проектирования
- Виртуальные испытания
- Исследования виртуального и анализ поведения физического объекта

### Ключевые направления реализации ЦД машиностроительного изделия

1. Этап «разработка и проектирование»
  - Эскизный, технический и рабочий проект в «цифре» (3D, без бумаги, в перспективе без чертежей)

- Структуры изделия (конструктивная, эксплуатационная, функциональная, логическая)
  - Управление требованиями (включая технический маркетинг и условия внешней среды)
  - Имитационное (1D) моделирование (междисциплинарное физико-математическое представление систем изделия)
  - Верификация и валидация требований и систем
2. Этап «производство»
    - Управление экземплярами
    - Цифровая платформа завода
  3. Этап «эксплуатация и сервис»
    - Сбор и анализ данных с физического представления изделия (связь Цифрового макета и Цифровой тени)
    - Цифровой паспорт изделия
    - Предиктивная аналитика

### Шаги по реализации ЦД

1. Действуйте по Парето. Определите ключевые и наиболее значимые аспекты деятельности компании, которые можно подвергнуть цифровизации. В данном примере это этапы ЖЦ подвижного состава.
2. Сформируйте облик ИТ ландшафта и выберите стек технологий.
3. Переводите всю деятельность по проектам в «цифру», отрезая сотрудников от прошлых подходов и формируя у них цифровую культуру.
4. Получив «цифровой базис» при разработке продукта, наслаивайте технологии на всех этапах ЖЦ.
5. Свяжите Цифровой макет и Цифровую тень изделия.
6. После перевода изделия на 100% в «цифру» начните исследования (себестоимость, надежность, влияние условий эксплуатации, предиктивная аналитика и т.д.)

### Выводы

Правильно реализованный цифровой двойник изделия может стать мощным инструментом для компании, однако, затраты по реализации ЦД всегда колоссальны и компания должна четко понимать зачем ей необходим ЦД.

Основные шаги, на которые следует обратить внимание при реализации цифровых двойников:

1. Определите потребность своей компании в ЦД и задачи, которые он будет решать
2. Определите сущность ЦД для всех заинтересованных сторон.
3. Инициатива и управляющее воздействие должны исходить от руководства компании.
4. Начинайте реализацию с наиболее значимых аспектов деятельности.
5. Привлекайте извне или развивайте внутри цифровые компетенции.