



ШАГИ К ЦИФРОВОЙ ФАБРИКЕ

Назаров Владимир заместитель начальника УИТ АО «Авиастар-СП»

IV Международный авиационный IT форум России и СНГ- 2018
НОЯБРЬ, 2018

Г. МОСКВА
НОЯБРЬ, 2018

Цифровые фабрики – прототип нового технологического уклада

ПОЛИТЕХ Лекция Алексея Боровкова «Новые парадигмы проектирования. Фабрики будущего, цифровые двойники»

I. Фабрика Будущего – это определенный тип системы бизнес-процессов (способ комбинирования бизнес-процессов), имеющий следующие характеристики:

“Технет” (передовые производственные технологии)

Цифровизация всего жизненного цикла

Стадия I Стадия II Стадия III ... Стадия N

«Умный» цифровой двойник

«Умные» цифровые модели изделий / цифровые двойники

«Умные» цифровые модели процессов / цифровые двойники

Цифровая платформа (“экосистема”)

Основные компетенции:

1. Задача-вызов – быстрая кастомизация отклика на запрос Заказчика;
2. Системный инжиниринг;
3. Многоуровневая матрица целевых показателей и ограничений ($\sim 10^4$ – 10^5);
4. Разработка и валидация математических моделей с высоким уровнем адекватности;
5. Жизненный цикл (CAx, PLM, MES, ERP,...);
6. Контроль качества на входе и на выходе (широкое применение виртуальных испытаний – “цифровая сертификация”);
7. Система мотивации;
8. ...

II. Кадры (“Фабрики Будущего”)

1. ФГОС (прикладная магистратура,...);
2. Профессиональные стандарты;
3. ...

III. Система регламентов (“регуляторика”)

1. “Быстрые победы” → Лучшие практики → Регламенты → ...
2. Сертификация (“цифровая сертификация” на основе валидированных математических моделей);

59:06 / 2:50:33

Из материалов соруководителя рабочей группы «Технет» Национальной технологической инициативы Боровкова А. И. Эти подходы легли в основу стратегии создания цифровой экономики РФ.

Цифровая платформа (экосистема) фабрики. Шаги к созданию

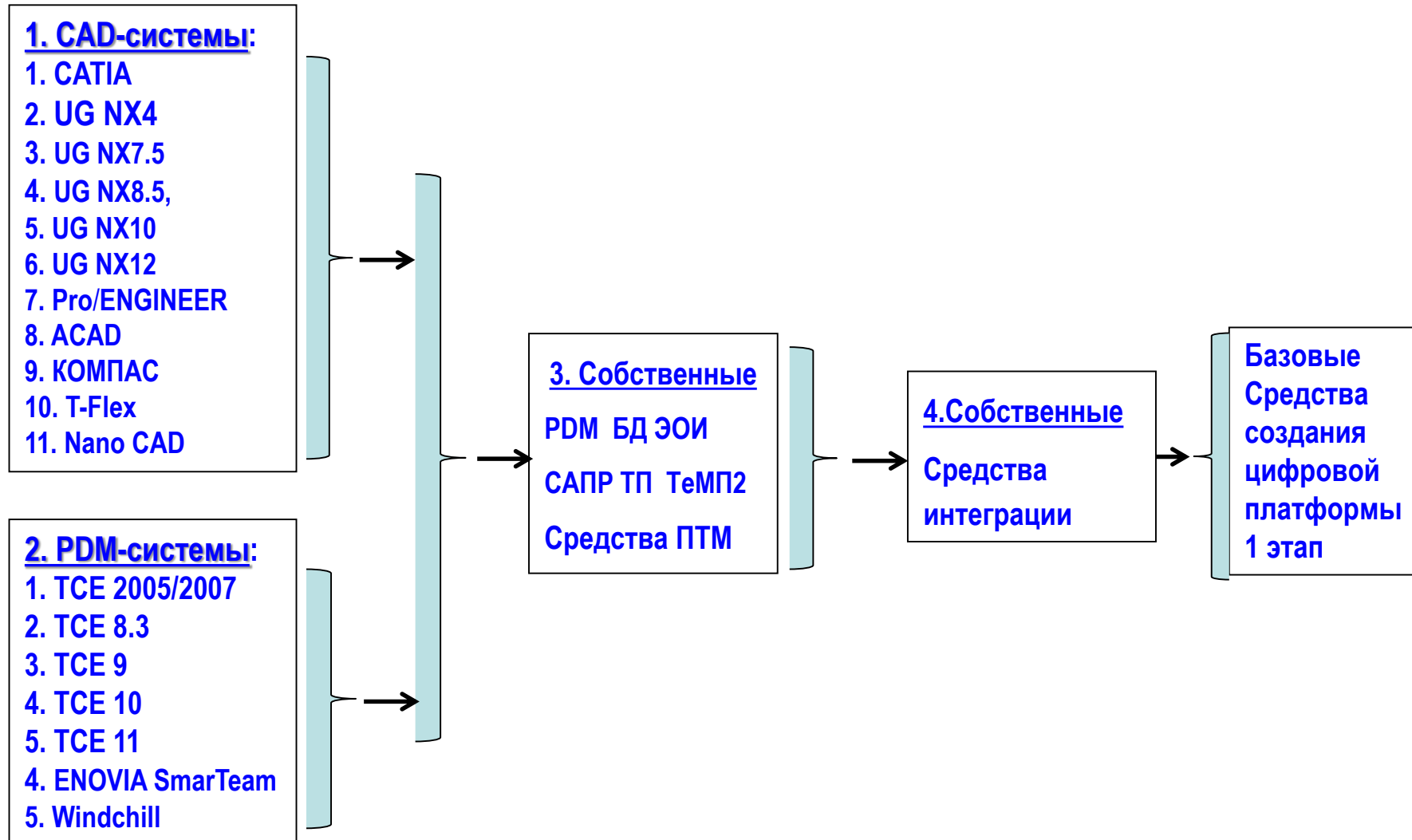
1. Особенности реальных условий, определяющие подходы к решению

- Внешняя среда в условиях кооперации, *лучшие* средства и технологии, тренды
- Определение подходов интеграции в мультиплатформенное окружение
- Реализация пилотных проектов развития базового системообразующего и прикладного ПО
- Импортзамещение и снижение затрат при соответствии уровню лучших практик
- Поддержка проектов и взаимодействие с кооперантами, имеющими разный цифровой уровень

2. Внедрение в реальных продуктовых проектах (Ил-76МД, МС-21, SSJ -100, Ил-112, Ил-114, Ту-160, Ту-204, Ан-124), соответствующих уровню лучших отечественных решений

- Интегрированы и внедрены CAD-системы UG NX, CATIA, ACAD, T-Flex, Nano CAD
- Внедрены унифицированные базовые собственные разработки АС КТПП PDM БД ЭОИ/ТеМП2, исключающие недостатки западных PDM и имеющие аналогичный функционал
- Внедрены унифицированные решения по информационному взаимодействию с кооперантами
- Отработаны решения по созданию производственно-технологических моделей (прообраз цифровых двойников (ЦД) для проектных стадий и теневых ЦД
- Внедрены «технологии сквозных процессов» обеспечения взаимодействия на всех этапах ЖЦИ

Цифровая платформа (экосистема) фабрики. Шаги к созданию



Сделаны стартовые шаги к созданию цифровой платформы. Создан и апробирован унифицированный импортозамещающий комплекс инструментальных средств моделирования производственной системы на этапах ЖЦИ для ограниченного количества целевых показателей.

Технологический процесс – основа ПТМ

Технологический процесс сборки секции грузового пола Ил-76МД

Для
ИСП
ОСН
ОТН
авт

предприятию
в в системе
циативной (по
ов времени и

Техпроцесс 303.687.01188.00991 изделие 7600 по подразделению 303

- 0110 - Установка накладок по грузовым полам со стороны 56 шт.
- Окончательная установка бок. обшивок 47601.0306.200.075/076
- Выемка.
- 0125 - Открепить фиксаторы сборочного приспособления: 2 шт.
- Конечное состояние техпроцесса
- 303.687.01188.00992 476272001 Сборка Рамы 47601.7230.180.000
- 303.687.01188.00993 СТК 476003051 Сборка и установка кожуха по
- 303.687.01188.00994 476003024 Сборка и установка рамы по шп.23
- 303.687.01188.00995 СТК476003050 Сборка рамы 47601.7260.280.0
- 303.687.01188.00996 СТК476003050 Установка оборудования в обт
- 303.687.01188.00997 СТК 476003023 Установка диафрагм на рампе
- 303.687.01188.00998 СТК 476003005 Установка профилей по черт.

операция 125 , подразделение 303, уч.

Открепить фиксаторы сборочного приспособления: 2 шт. рубильников; Дооткрепить фиксаторы сборочного приспособления: 24 шт. рубильников; 56 шт. выдвижных гладких фиксаторов; Произвести выемку грузовые полы между 51-56 шп-ми из 63400/76-271 . Кантовать грузовые полы между 51-56 шп-ми краном. Транспортировать грузовые полы между 51-56 шп-ми на сталеель сборки нижнего отсека с помощью * краном. Страховать фалами 2 шт., схема строповки **. Отметить выполнение операции в

Параметры для формирования альтернативных сценариев ПТМ при обработке изделия на производственную технологичность

Изменяемые параметры для формирования альтернативных сценариев ПТМ и утверждения Производственного Расписания:

- Оснастка;
- Оборудование;
- Трудоемкость;
- Количество персонала;
- Продолжительность рабочего дня;
- Производственная площадь.



Этапы отработки изделия на производственную технологичность на основе ПТМ (платформа отработана для количества используемых параметров на стадии технического проекта)

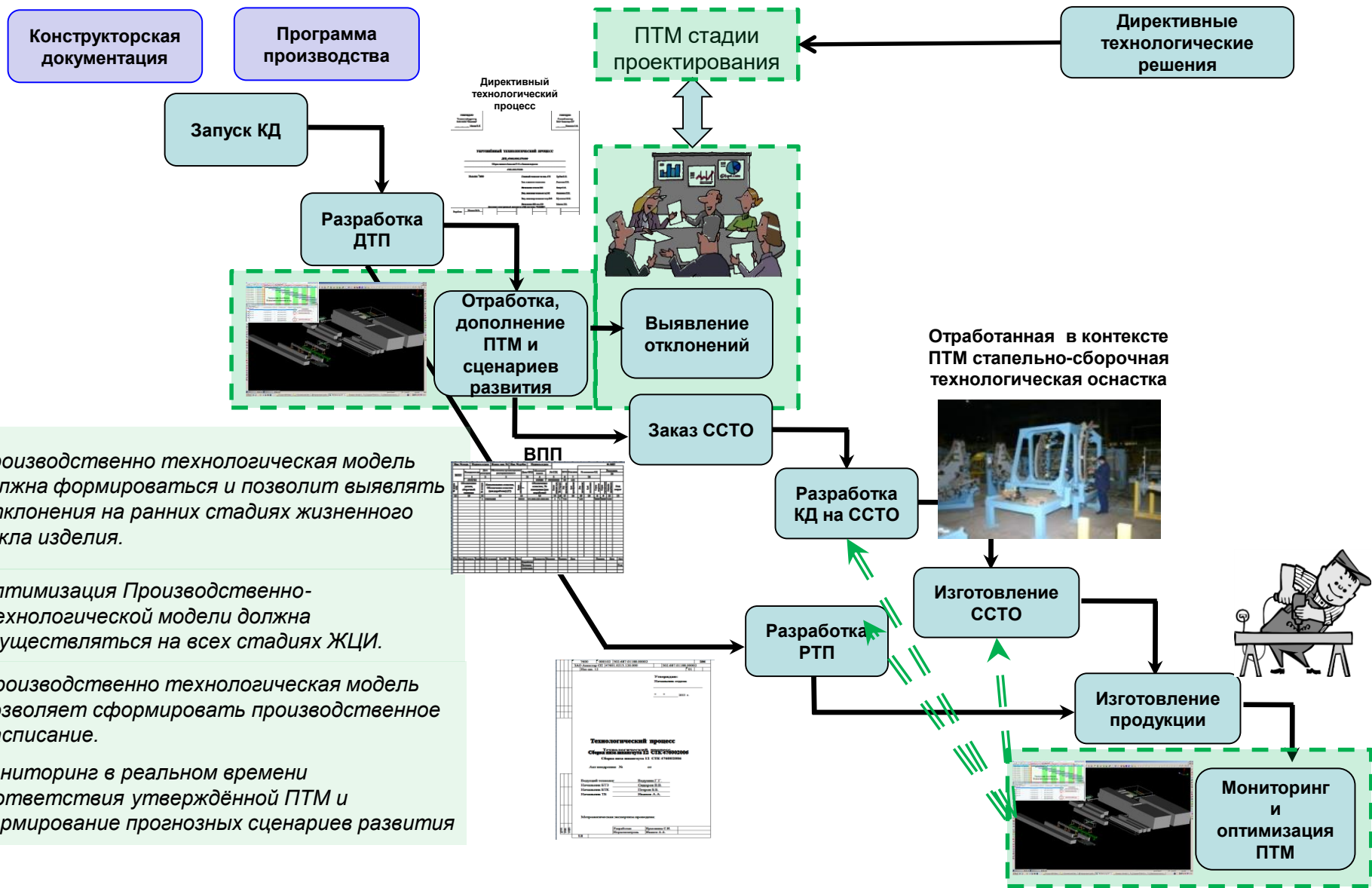
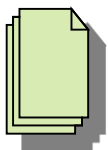


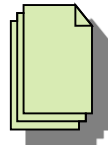
Схема создания оптимального сценария развития производственно-технологической модели

Входная информация

Директивные задания



Конструкторская документация



Директивный технологический процесс



Производственно-технологические планировки



Рабочие технологические процессы



ПТМ



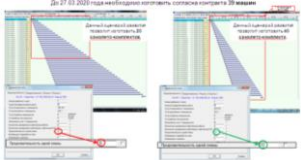
Сценарий 1

Формирование альтернативного сценария развития ПТМ через параметр «Оборудование»



Сценарий 2

Формирование альтернативного сценария развития ПТМ через параметр «Продолжительность рабочего дня»

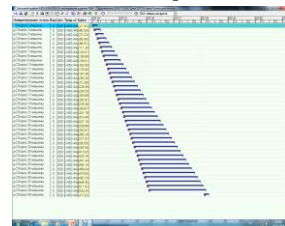


Сценарий 3

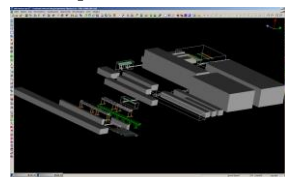
Формирование альтернативного сценария развития ПТМ через параметр «Оснастка»



Оптимальный сценарий



Оптимальное планировочное решение



План технического развития



Оптимальное производственное расписание



План набора численности персонала



Выходная информация

Интегрированная автоматизированная система АО «Авиастар-СП»

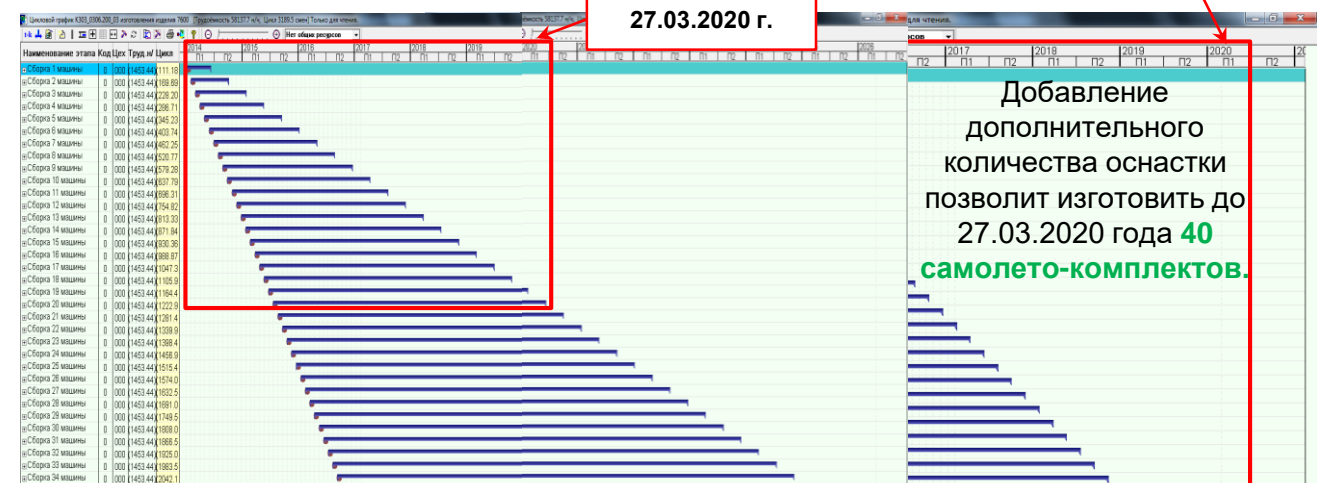
Реализованные предложения и мероприятия на участке сборки грузовых полов отсека Ф-2 Ил-76МД-90А

Сформирована оптимизированная производственно-технологическая модель под прогноз до 2020 года изготовить **39 машин**

Было:

Стало:

27.03.2020 г.



Имеющаяся оснастка и оборудование позволяют изготовить до 27.03.2020 года **20 ВС**

- 294 т.р.
19 млн.

Обозначение / Инвентарный №	Тип ресурса	Доступность ресурса	Количество	Наименование	Состояние ресурсов	Коэффициент загр...	Итого	Наименование	Состояние ресурсов	Коэффициент загр...
63400/76-271	0 - Оснастка, оборудован...	5 - Ресурс НЕ доступен в н...	1		Запрос нормально удовле...	0.404	1	Запрос нормально удовле...	0.799	
63400/76-274	0 - Оснастка, оборудован...	5 - Ресурс НЕ доступен в н...	1		Запрос нормально удовле...	0.335	1	Запрос нормально удовле...	0.663	
63400/76-276	0 - Оснастка, оборудован...	5 - Ресурс НЕ доступен в н...	1		Запрос нормально удовле...	0.095	1	Запрос нормально удовле...	0.188	
63400/76-328	0 - Оснастка, оборудован...	5 - Ресурс НЕ доступен в н...	1		Запрос нормально удовле...	0.255	1	Запрос нормально удовле...	0.507	
63400/76-816	0 - Оснастка, оборудован...	5 - Ресурс НЕ доступен в н...	1		Запрос нормально удовле...	0.990	1	Запрос нормально удовле...	0.980	

Загрузка критического ресурса составляет **99%**

На стадии производства продукции выявлены и устранены критические ресурсы не позволяющие увеличить пропускную способность линии сборки.

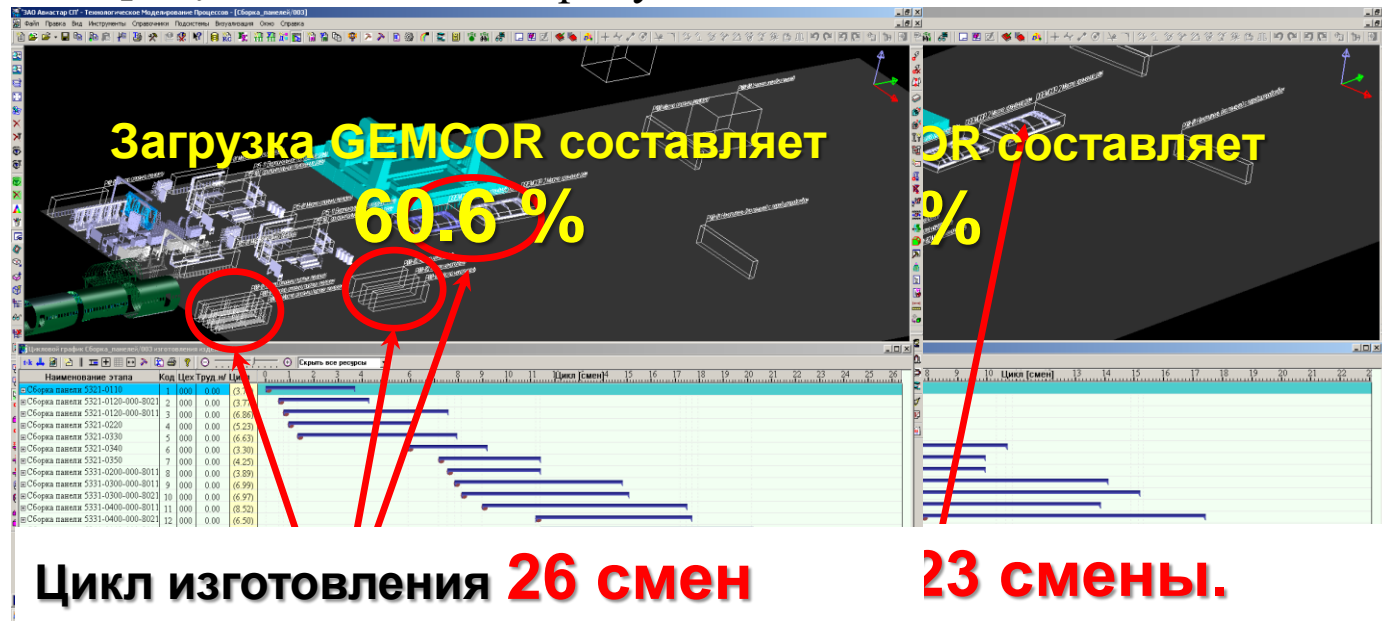
Реализованные предложения и мероприятия.

Сформирована производственно-технологическая модель и проведен анализ проекта линии сборки комплекта панелей фюзеляжа МС-21

Было:

Стало:

Пропускная способность **8 ВС** в год → пропускная способность **10 ВС** в год



Загрузка критического ресурса составляет **95%**

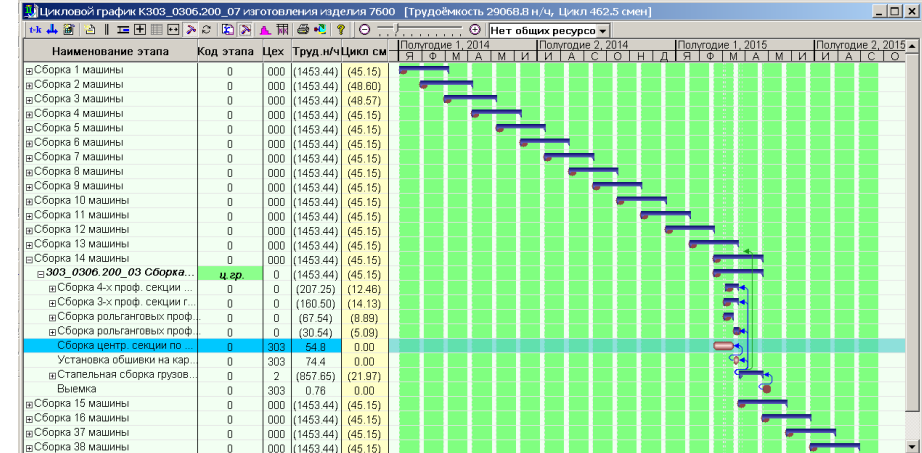
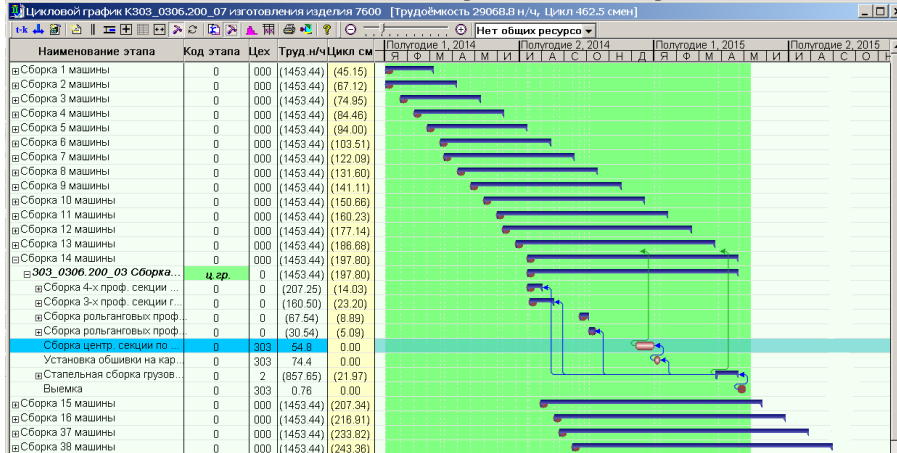
обавлена технологическая рама и транспортировочная тележка

На этапе проектирования линии сборки выявлены и устранены критические ресурсы, не позволяющие увеличить пропускную способность линии сборки **до 10 ВС в год при минимальных затратах.**

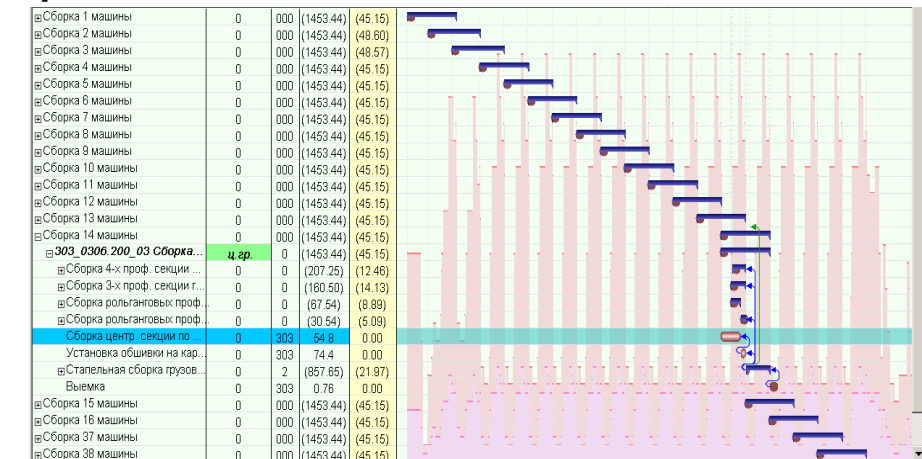
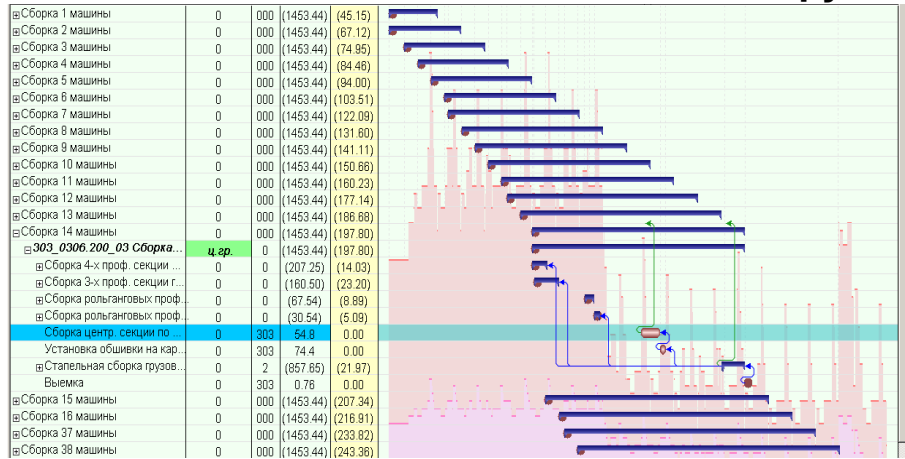
Реализованные средства ПТМ

Реализованы методика и алгоритмы для анализа и оптимизации загруженности ресурсов в ПТМ

Загрузка оборудования и технологического оснащения



Загрузка персонала



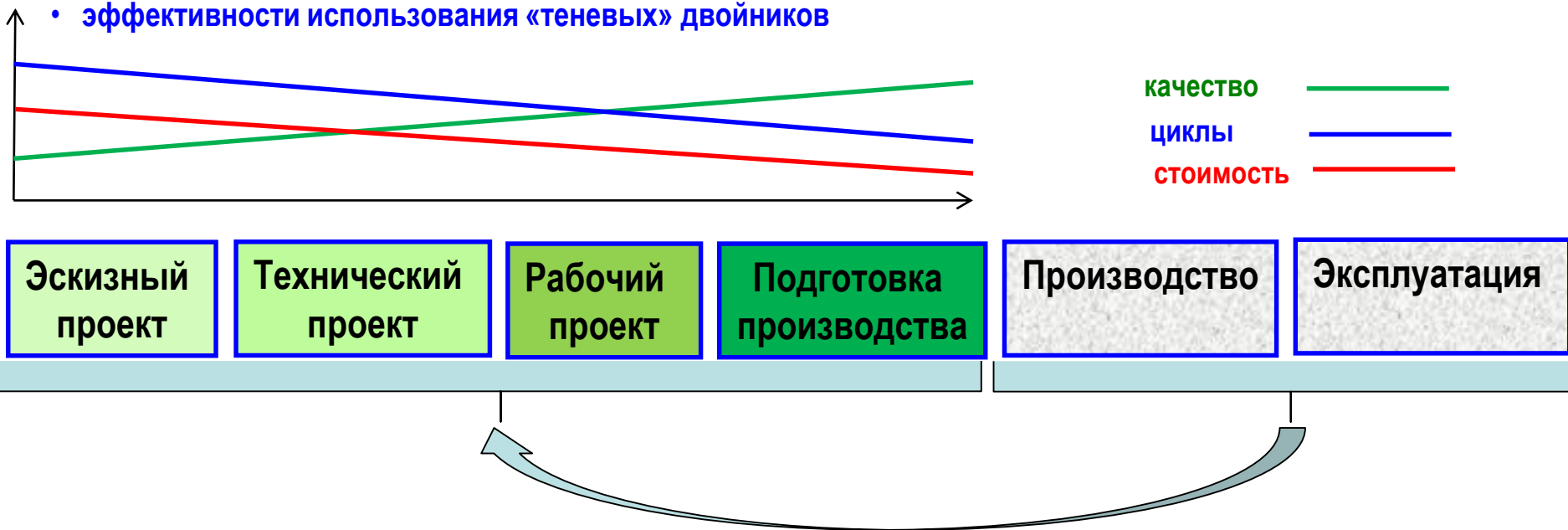
Функционал позволяет выявить несимметричность загруженности ресурсов, оптимизировать сроки поставки комплектующих и загруженность персонала, сократить издержки

Отработка изделия на производственную технологичность.

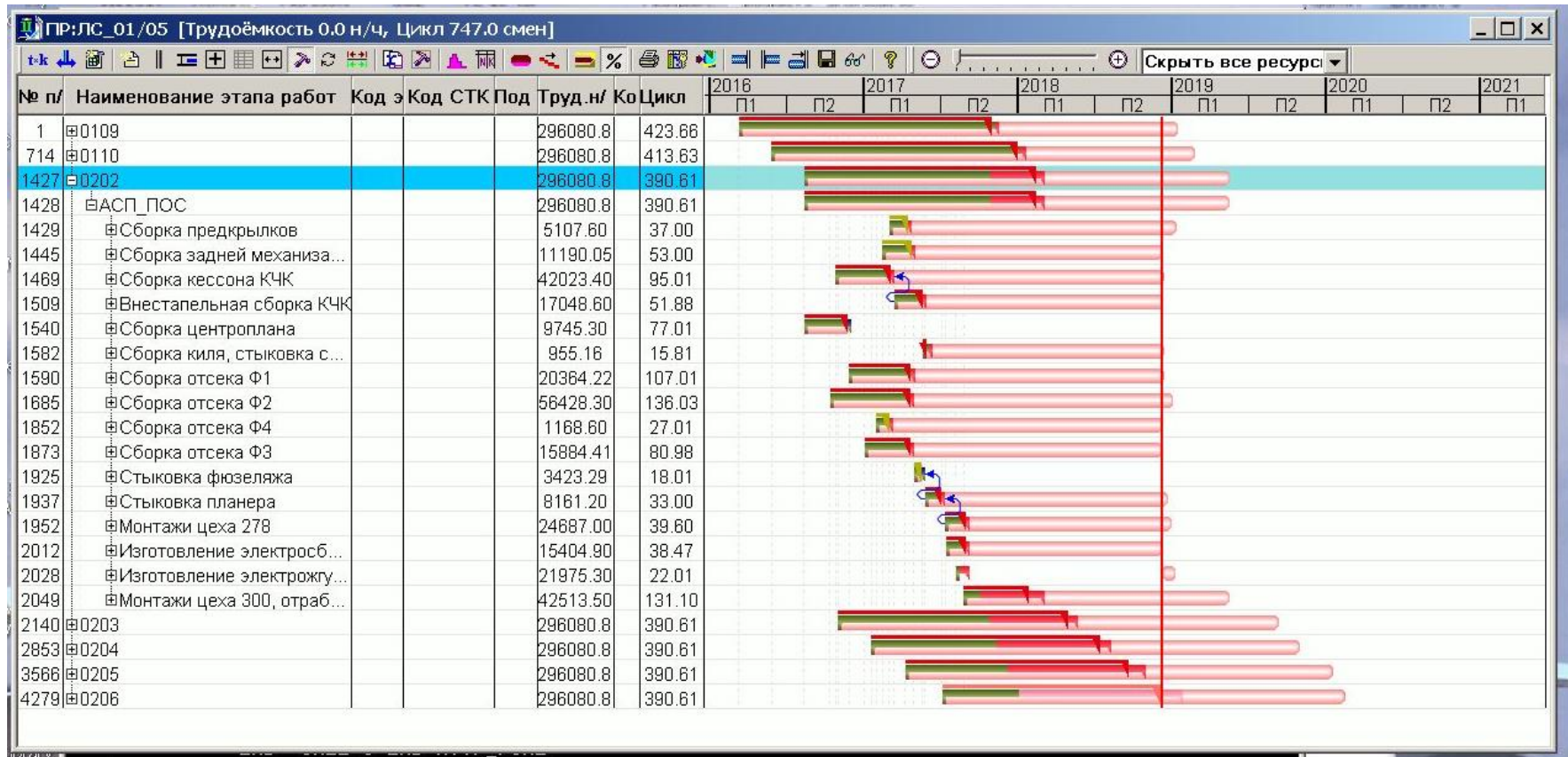
Целевые показатели цифровых моделей изделий и процессов (цифровых двойников). Шаги к созданию

Уровень, качество отработки изделия на производственную технологичность прямо зависит от

- уровня развития и внедрения технологий виртуального моделирования, в т.ч. испытаний
- количества показателей в матрицах целевых показателей и ограничений в модели
- качества показателей в матрицах целевых показателей и ограничений в модели
- полноты модели для ранних стадий создания
- взаимной интеграции показателей разных стадий создания изделий
- эффективности использования «теневых» двойников



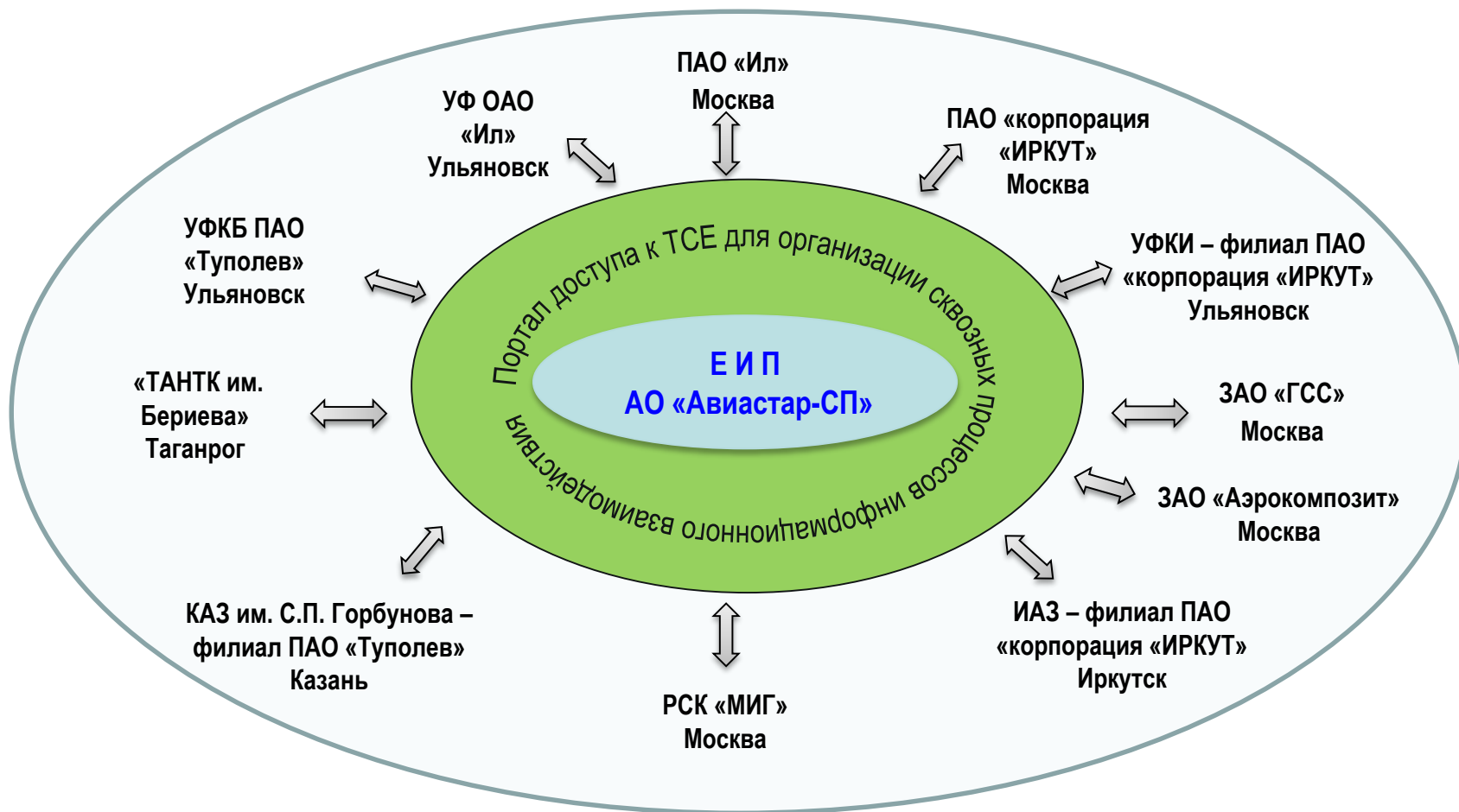
Разработка систем цифровых моделей изделий и процессов. Шаги к созданию и использованию теневого цифрового двойника



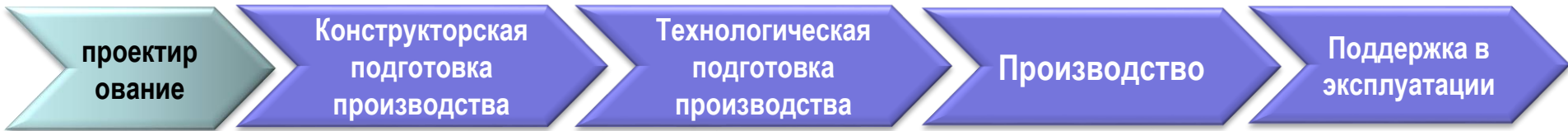
Экспертиза соответствия элементов теневого цифрового двойника эталонному цифровому двойнику производственной системы сборочного участка

Цифровизация на этапах ЖЦИ. Информационное взаимодействие АО «Авиастар-СП» с разработчиками АТ и кооперантами. Стартовые шаги.

АО «Авиастар-СП» в информационном пространстве проектов ПАО «ОАК»



ЭТАПЫ ЖЦИ в ЗАО «Авиастар-СП»



МС - 21



Ил-76МД-90А

Вариант архитектуры АС КТПП, на платформе PDM TCE для изделий Ил-76, МС-21, SSJ-100, Ил-112, Ил-114, Ту-160 ...



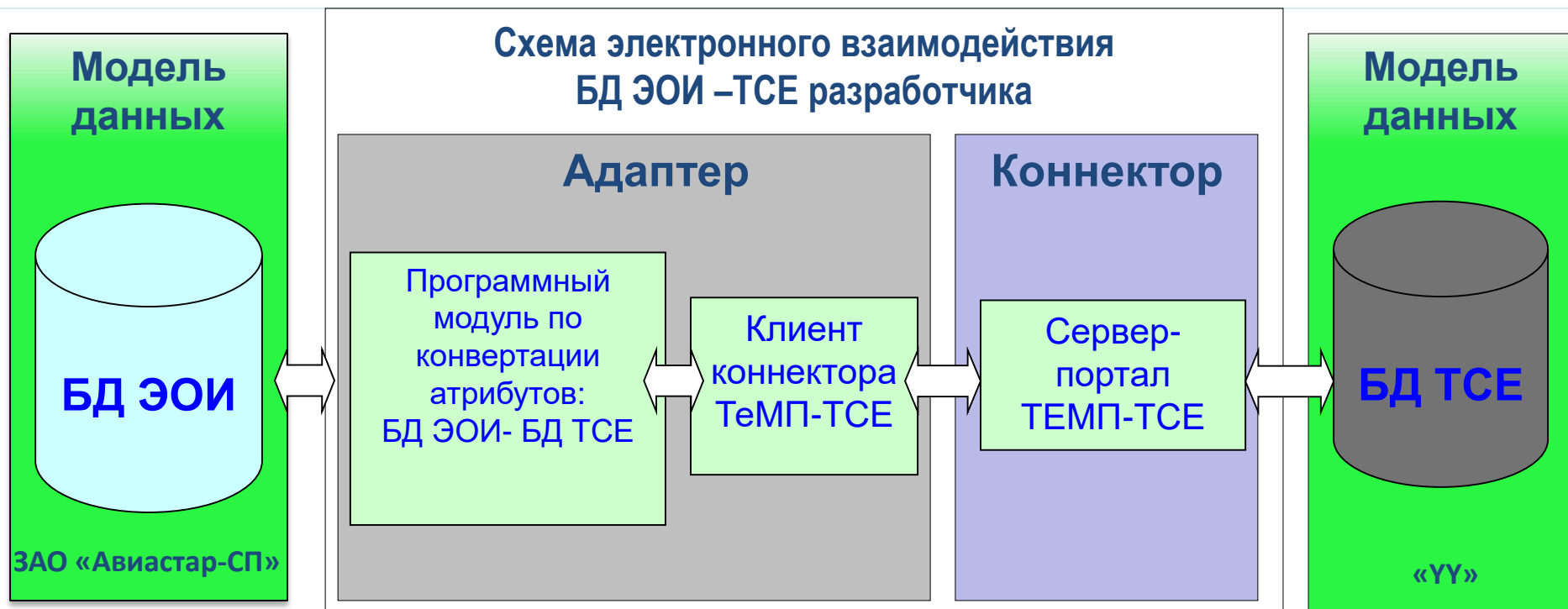
Принципы информационного взаимодействия АО «АвиаСтар-СП» с разработчиками АТ и кооперантами

1. Независимость от:
 - модели данных КД разработчика
 - версий программного обеспечения разработчика, в том числе и TCE и ORACLE
 - организационных структур участников кооперации
2. Функционально полная работа удалённых кооперантов АО АВИАСТАР-СП с PDM завода.
3. Автоматизация приёма, передачи и контроля передаваемой ЭКД
4. 100% аутентичность принятой информации ЭКД разработчика за счёт применения контрольных сумм (КС) на каждый элемент единицы ЭКД (атрибуты формы, наборы данных, структура изделия).
5. Сохранения КС ЭКД на всём жизненном цикле
6. Унификация информации при приёме ЭКД (перекодировка стандартных изделий).
7. Возможность передавать (экспортировать) ЭКД в исходную версию TCE или любую более высшую версию TCE.
8. Минимальная зависимость от сторонних и западных фирм разработчиков.
9. Оперативность в модификации программного обеспечения и настройки на нового кооперанта
10. Минимальная стоимость поддержки и эксплуатации данного решения (техника, персонал, лицензии)
11. Обеспечение процессов информационного взаимодействия на всех этапах жизненного цикла изделия:
 - на этапе проектирования и изготовления опытных образцов
 - конструкторско-технологической отработки
 - на этапе серийного производства и послепродажного обслуживания

Средства разработки сквозного процесса информационного взаимодействия

Для реализации принципов построения ИВ были выбраны следующие продукты и программные компоненты:

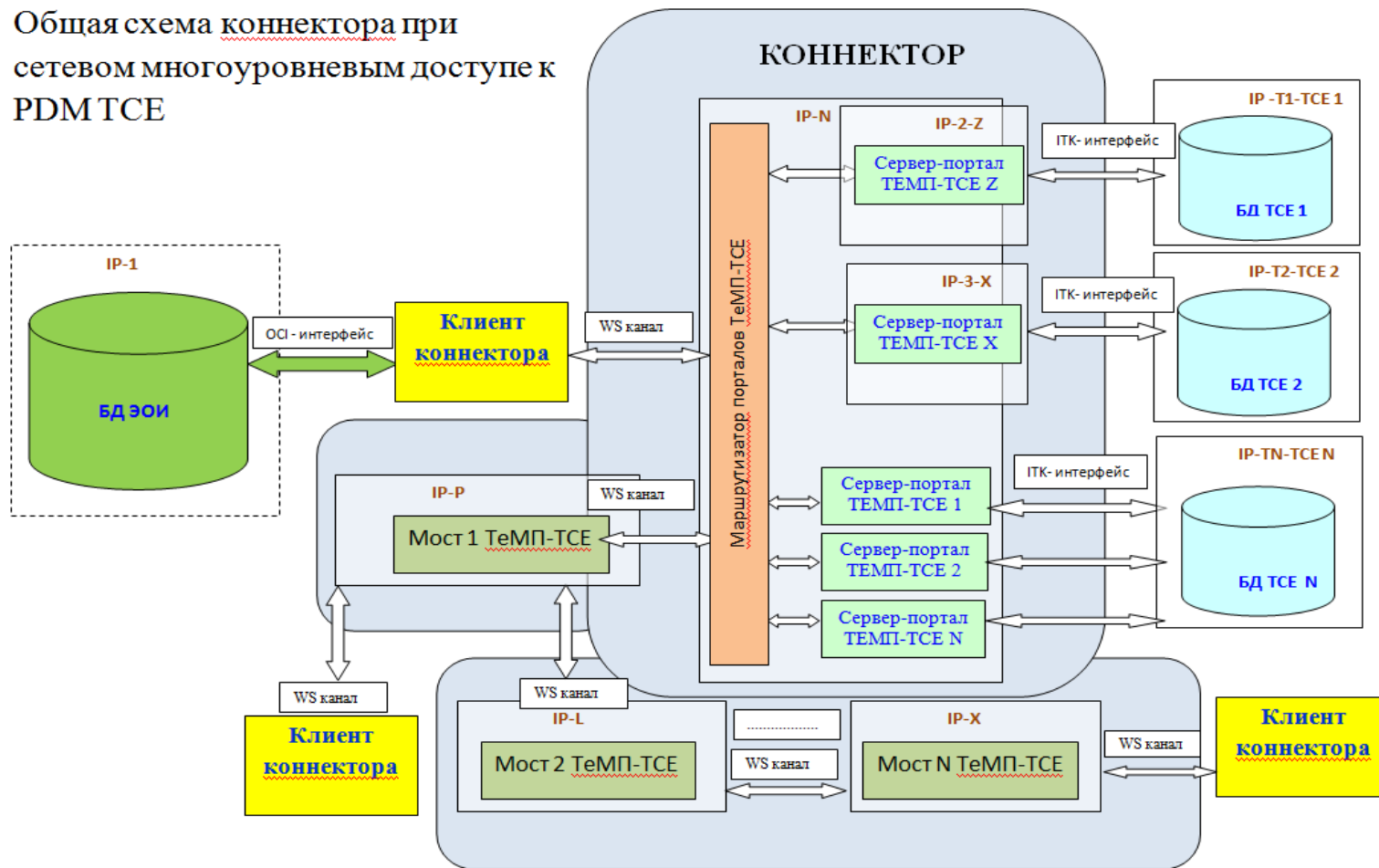
- в качестве **базовой PDM** выбрана PDM собственной разработки – БД ЭОИ, построенная на основе промышленной **СУБД Oracle**.
- в качестве инструмента **работы с сайтами TCE** выбрана одна из компонент системы ТеМП, **портал ТеМП- TCE**, совместной разработки специалистов МАТИ и АО Авиастар-СП.
- адаптеры структур передаваемой ЭКД **собственной разработки**,



Сетевой многоуровневый Коннектор

Решение на основе коннектора ТеМП-ТСЕ при многоуровневом (сетевом) клиенте PDM TCE

Общая схема коннектора при сетевом многоуровневым доступе к PDM TCE



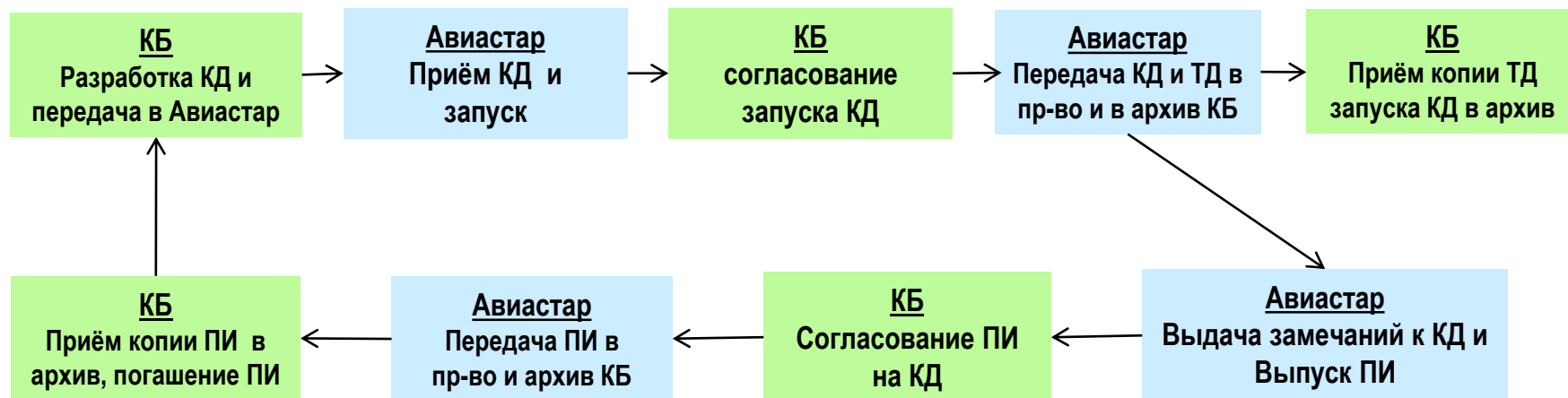
Маршрутизатор порталов ТеМП-ТСЕ может выступать как в качестве модуля управления порталами ТеМП-ТСЕ, так и в качестве мостов (шлюзов) при сложных сетевых конфигурациях работы системы ТеМП и ТСЕ.

Архитектура АС КТПП для изделий Ил-76, МС-21, SSJ-100, Ил-112, Ил-114, Ту-160 ... реализованная в АО «Авиастар-СП»



Информационное взаимодействие АО «Авиастар-СП» с разработчиками АТ и кооперантами. Цифровизация на этапах ЖЦИ. Стартовые шаги.

Схемы сквозных процессов (WorkFlow) информационного взаимодействия АО «Авиастар-СП» с разработчиками КД изделий при передаче КД в АО «Авиастар-СП» и проведении изменений



Отработанные стартовые унифицированные решения непрерывно развиваются и обеспечивают:

Быструю настройку под требования новых кооперантов на уровне:

документов, данных, процессов, организационных структур и программных платформ

Моделировать производственную систему на базе основных целевых показателей

Контроль основных показателей при отработке изделия на производственную технологичность

Дальнейшие шаги

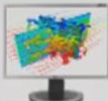


Востребованность ключевых технологий «Цифровой революции» (Интернет вещей, Большие данные, Кибер-физические системы, Регламенты)

1. «Быстрые шаги» → Лучшие практики → Регламенты ...
2. Сертификация («Цифровая сертификация»)
3. ...

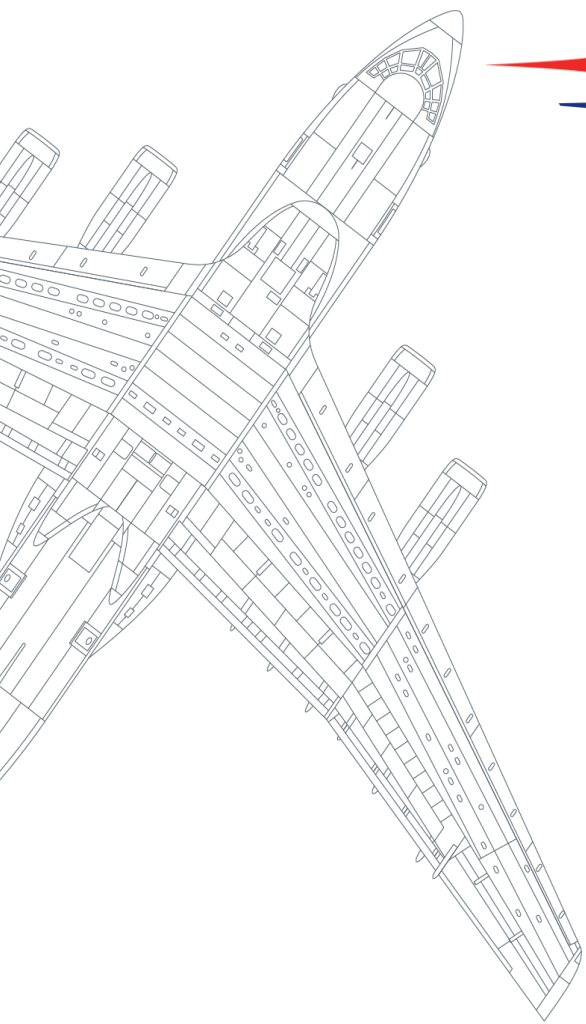
Боровков А.И.

Лекция Алексея Боровкова «Новые парадигмы проектирования. Фабрики будущего, цифровые двойники»

Составные части/слои Фабрики Будущего

<p>(ЦИФРОВАЯ) Digital Factory Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования («без прототипа», виртуальные испытания, оптимизация, «цифровая сертификация»)</p> 	<p>(«УМНАЯ») Smart Factory Гибкое и кастомизированное производство</p> 	<p>(ВИРТУАЛЬНАЯ) Virtual Factory Распределенное сетевое производство</p> 
<p>Планирование изделия (Product Planning) → Проектирование изделия (Product Design) → Планирование производства (Production Planning) → Пусконаладочные работы (Rampup) → Серийное производство (Production) → Эксплуатация (Use of Product) → Сервисное обслуживание (Service)</p>		
<p>Технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Цифровое проектирование и моделирование (CAD/CAE/HPSC/CAO/CAM/CAAM/PDM/PLM) • Новые материалы и конструкции, включая сертификацию • Аддитивные и гибридные технологии • CNC-технологии • Big Data (управление расчетными данными) <p>Эффекты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сокращение числа ошибок при проектировании • Сокращение переделок и производственных отходов • Сокращение срока вывода продуктов на рынок <p>Продукт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DMU (цифровой макет) • Опытный образец и/или мелкая серия <p>Уровень готовности технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TRL 1 – TRL 9 • TRL 1 – TRL 10 	<p>Технологии Цифровой Фабрики</p> <p>Технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Промышленные роботы • MES- и ICS-системы • Сенсорика • Индустриальный Интернет • Big Data <p>Эффекты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сокращение отхода- и энергоемкости производства • Повышение производительности • Сокращение предпусковых / предостановочных операций <p>Продукт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Серийное изделие <p>Уровень готовности технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TRL 4 – TRL 9 • MRL 4 – MRL 10 	<p>Технологии Цифровой Фабрики</p> <p>Технологии «Умной» Фабрики</p> <p>Технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Информационные системы управления предприятием (ERP, CRM, SCM...) <p>Эффекты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Повышение добавленной стоимости продуктов • Увеличение занятости • Прозрачность цепочек поставок • Защита интеллектуальной собственности <p>Продукт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Цепочка поставщиков • Опытный образец и/или мелкая серия • Серийное изделие <p>Уровень готовности технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TRL 1 – TRL 9 • MRL 1 – MRL 10

1:42:29 / 2:50:33



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!