



# Цифровые решения для тяжелого машиностроения

# Содержание

1

Разработка сварных соединений в NX

2

Разработка «классического» ТП сварки в TC Manufacturing

3

Разработка роботизированных процессов в Tecnomatix

4

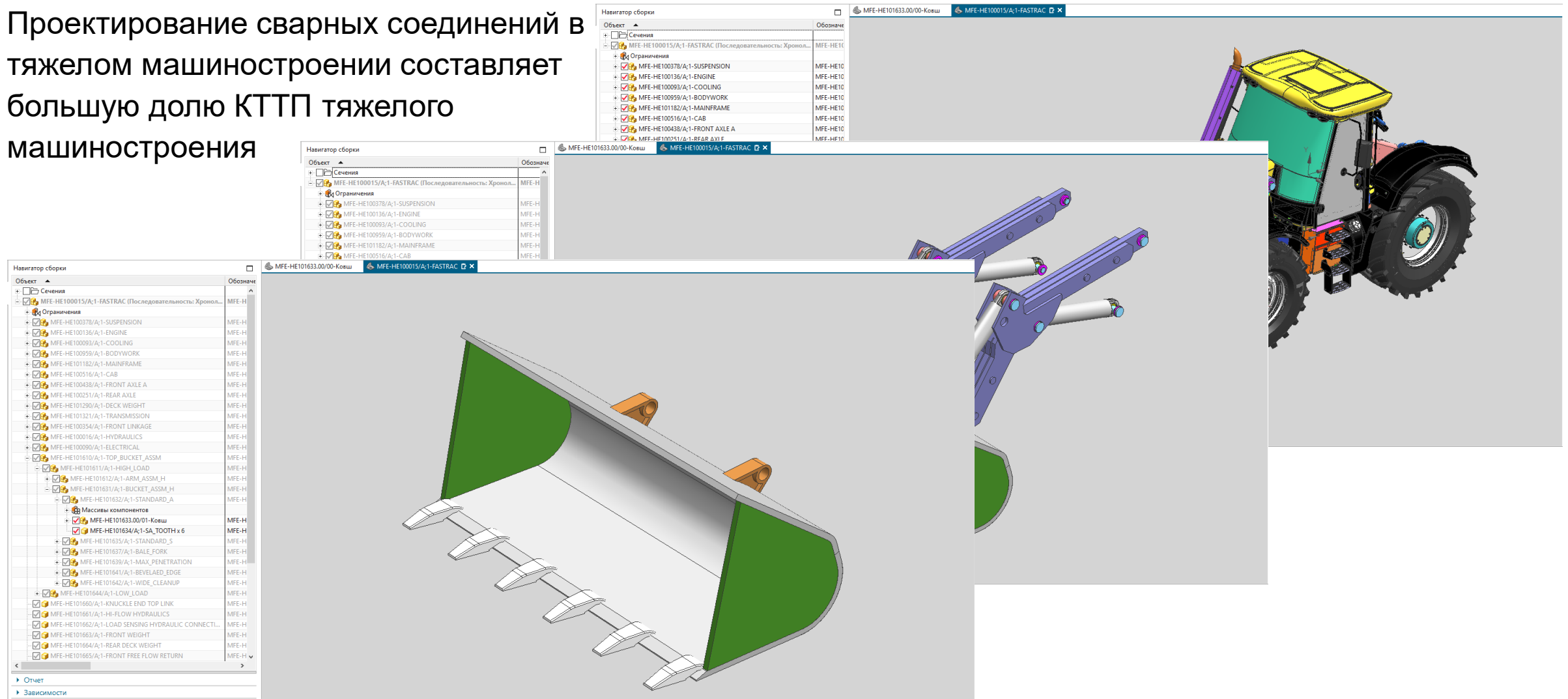
Симуляция процессов сборки и обслуживания

## AGENDA



# Пример изделия со сварными соединениями

Проектирование сварных соединений в тяжелом машиностроении составляет большую долю КТТП тяжелого машиностроения



# Проблемы при проектировании сварных соединений

## Конструктор

Низкое качество КД сварных конструкций (швы только в чертежах)

## Конструктор

Увеличение сроков разработки и изменения КД

## Конструктор

В 3D-макете нет сварных швов, следовательно нет учета их массы в изделии

## Технолог

Ручной расчет режимов обработки, норм времени и норм расхода материалов

## Технолог

Ручная разработка двумерных эскизов

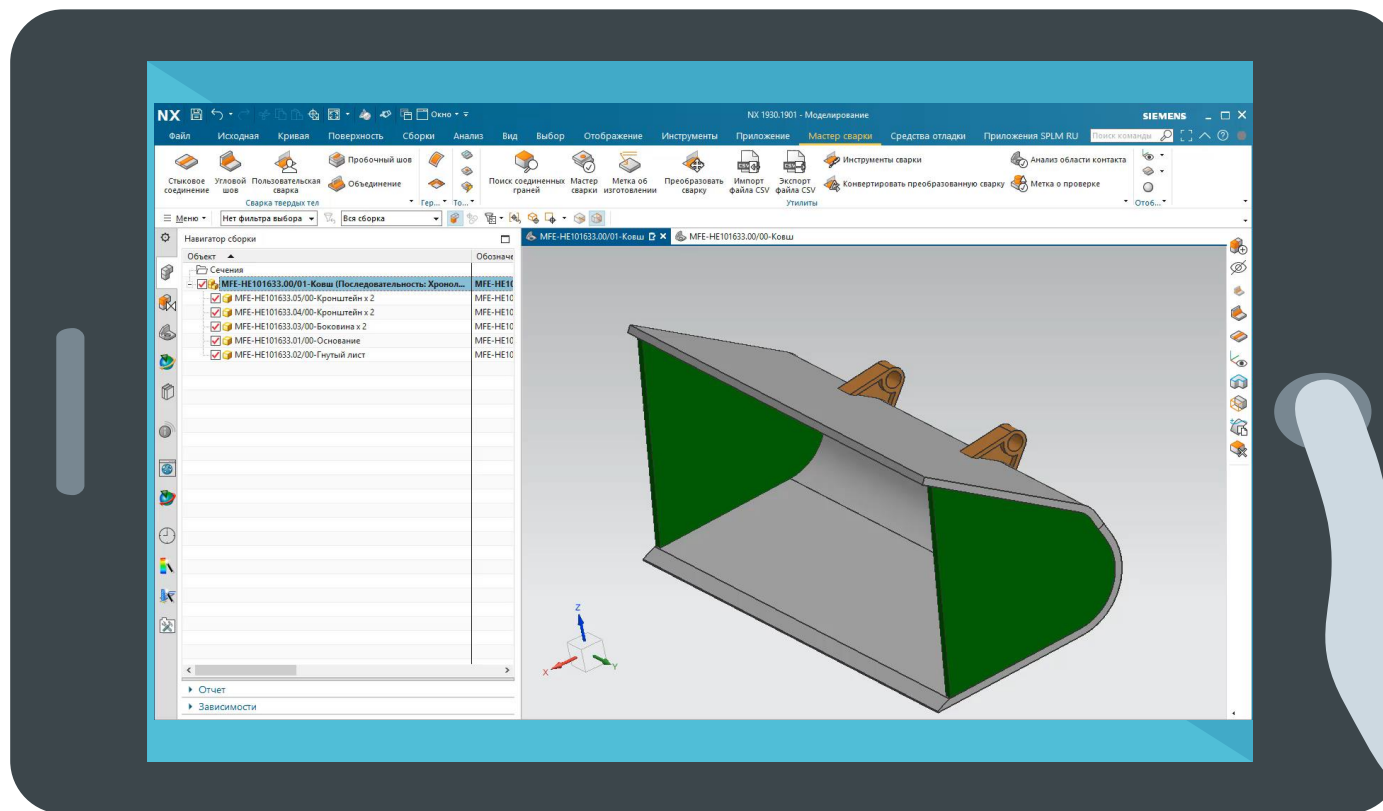
## Рабочий

Эскизы в ТП двумерные, не очень наглядные. Приходится вчитываться в текст технологии и читать чертежи



# Создание сварных швов в NX

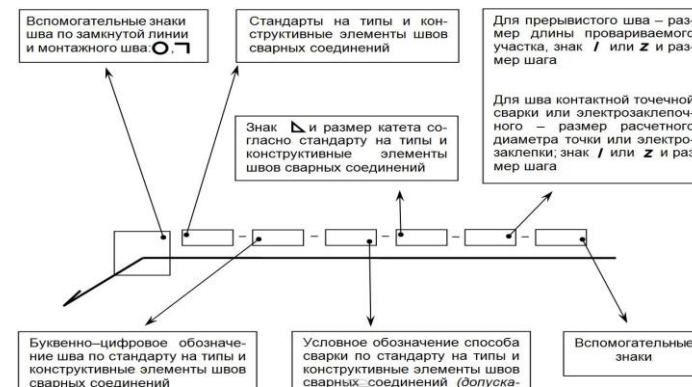
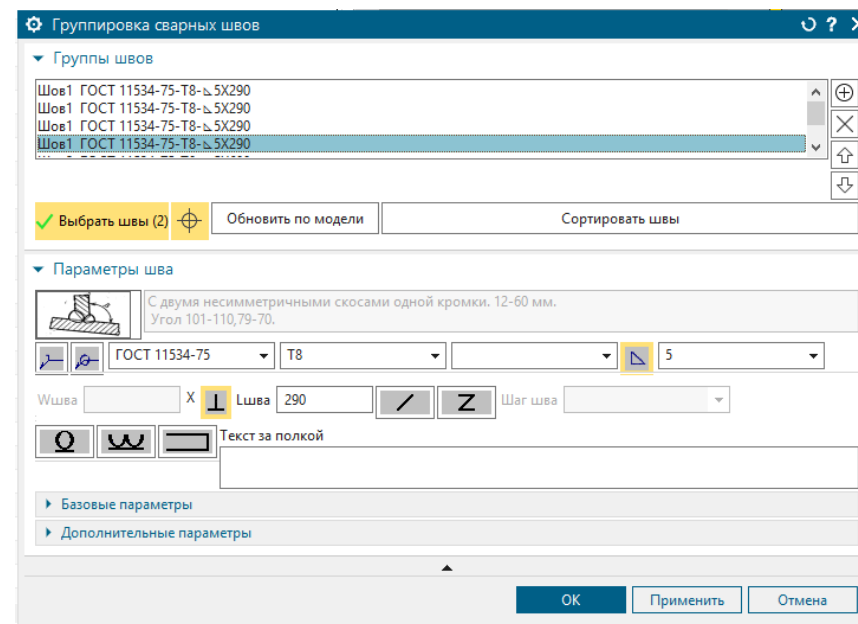
- Создание контейнера для швов в сборочной единице
- Создание швов в мастере сварки
- Создание сварных соединений по ГОСТ в утилите
- Импорт швов в Teamcenter



## Создание сварных швов в NX (Обозначение сварного шва)

Сварное соединение - обозначение сварного соединения, применяется для внесения необходимой информации по ГОСТ о сварном шве.

В результате работы команды формируется контейнер в который помещаются все смоделированные объекты относящиеся к сварному шву. Вносятся недостающие и дополнительные атрибуты, происходит снятие доступных данных со смоделированных объектов, задание и расчет дополнительных параметров. Возможно формирование «пустых» контейнеров с записью на них необходимой информации для формирования отчетов и выносок.



## Создание сварных швов в NX (импорт швов в Teamcenter)

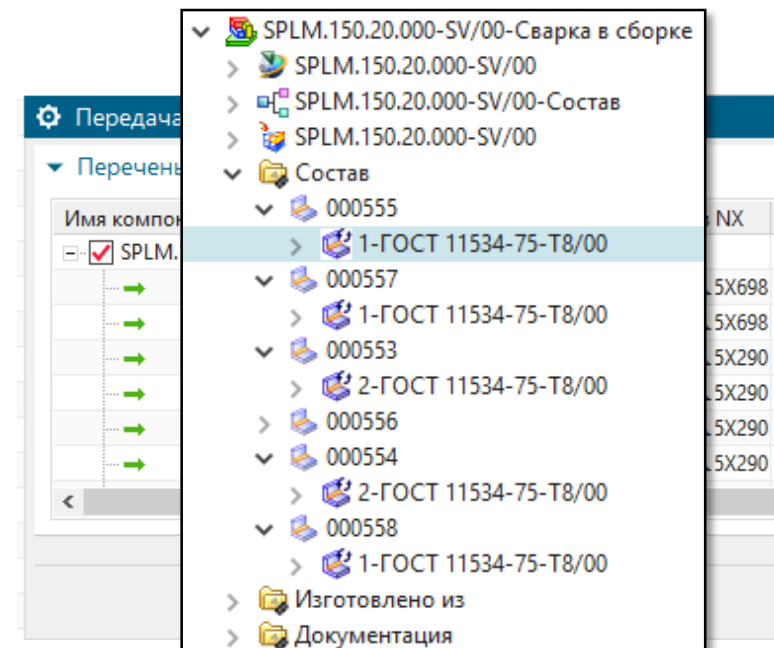
Публикация данных для передачи швов в ТС

При работе программы данные по атрибутам швов в NX и ТС сопоставляются и выводятся в виде дерева в диалоге, где корневые узлы соответствуют именам компонентов со сваркой, а их дочерние объекты сварочным швам.

Необходимо выбрать в дереве диалога компоненту NX, швы из которой нужно экспортировать\ обновить в ТС.

Система с помощью информационных иконок показывает возможные состояния.

Иконка	Описание	Действие при экспорте
✓	Швы сопоставлены. Данные полностью синхронизированы.	Пропустить.
➔	Шов в ТС отсутствует.	Создать.
✗	Швы сопоставлены. Данные полностью не синхронизированы.	Установить новое значение атрибутов.
?	В ТС имеется шов, который не удается сопоставить ни с одним швом в NX.	Удалить.



## Создание сварных швов в NX (таблица сварных швов)

Программа позволяет создавать и обновлять таблицы сварочных швов. Таблицы могут быть созданы как в пространстве модели, так и на листе чертежа.

Для создания таблицы сварочных швов необходимо выбрать часть, где будет происходить поиск швов. Число найденных швов будет показано в диалоге. Перед выводом в таблицу одинаковые швы будут объединены. Затем нужно определить колонки для вывода в таблице и задать точку вставки.

Номер	Условное обозначение	Количество	Длина
1	ГОСТ 11534-75-T8-Δ5X290	4	290
2	ГОСТ 11534-75-T8-Δ5X698	2	698

Номер	Стандарт	Обозначение	Количество
1	ГОСТ 5264-80	C2-2X100/24	1
2		C2X100	

Таблица сварных швов

Тип таблицы и компонент со сваркой

Таблица  PMI Таблица

Количество швов: 6

Рабочая часть  Выбрать компонент

Выбрать сварочный компонент (1)

Настройка таблицы отчета

Номер шва  
 Условное обозначение  
 Стандарт  
 Обозначение  
 Количество  
 Длина  
 Комментарий

Создать таблицу

Объединять ячейки с одинаковым текстом

\* Выбрать точку привязки таблицы

Обновить таблицы

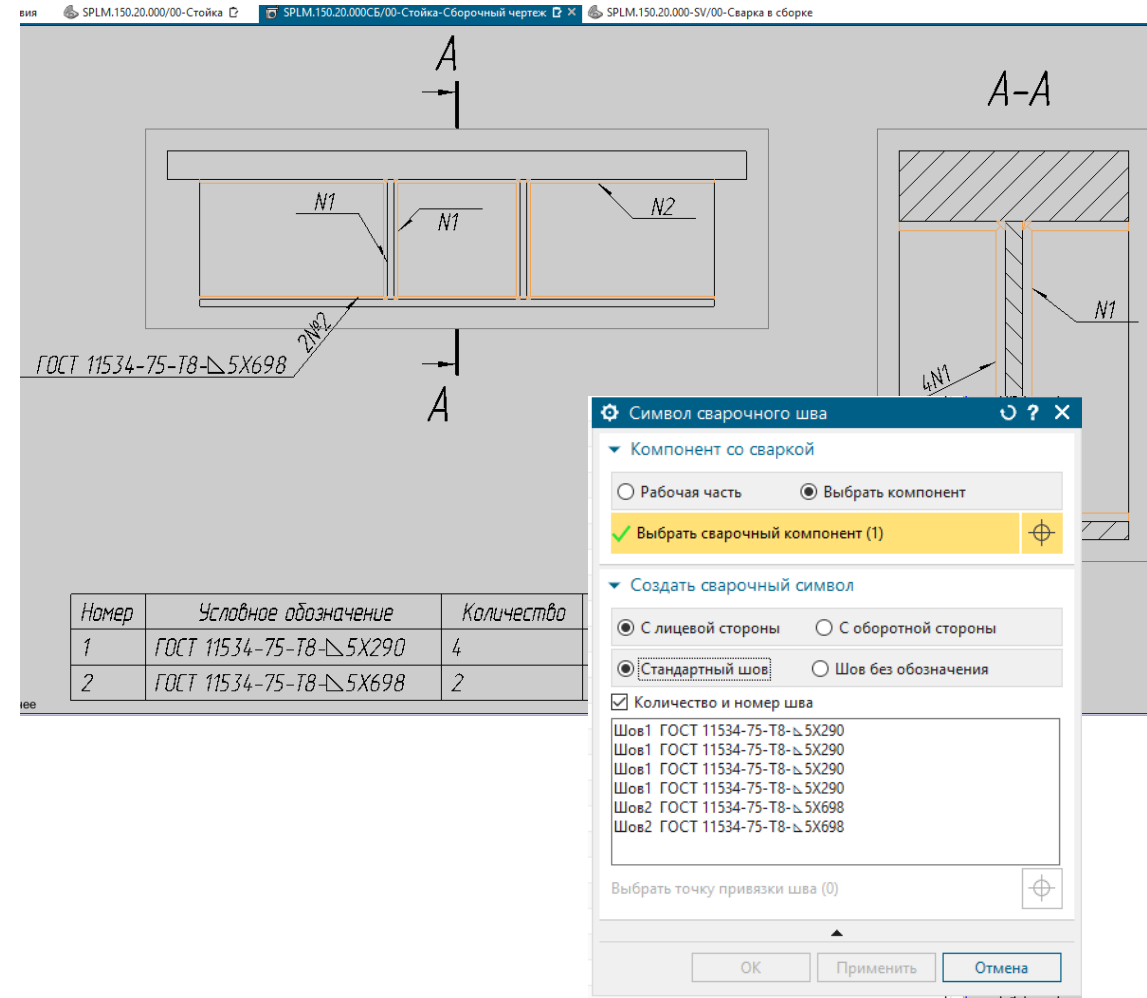
OK Применить Отмена



# Создание сварных швов в NX (обозначение сварного шва)

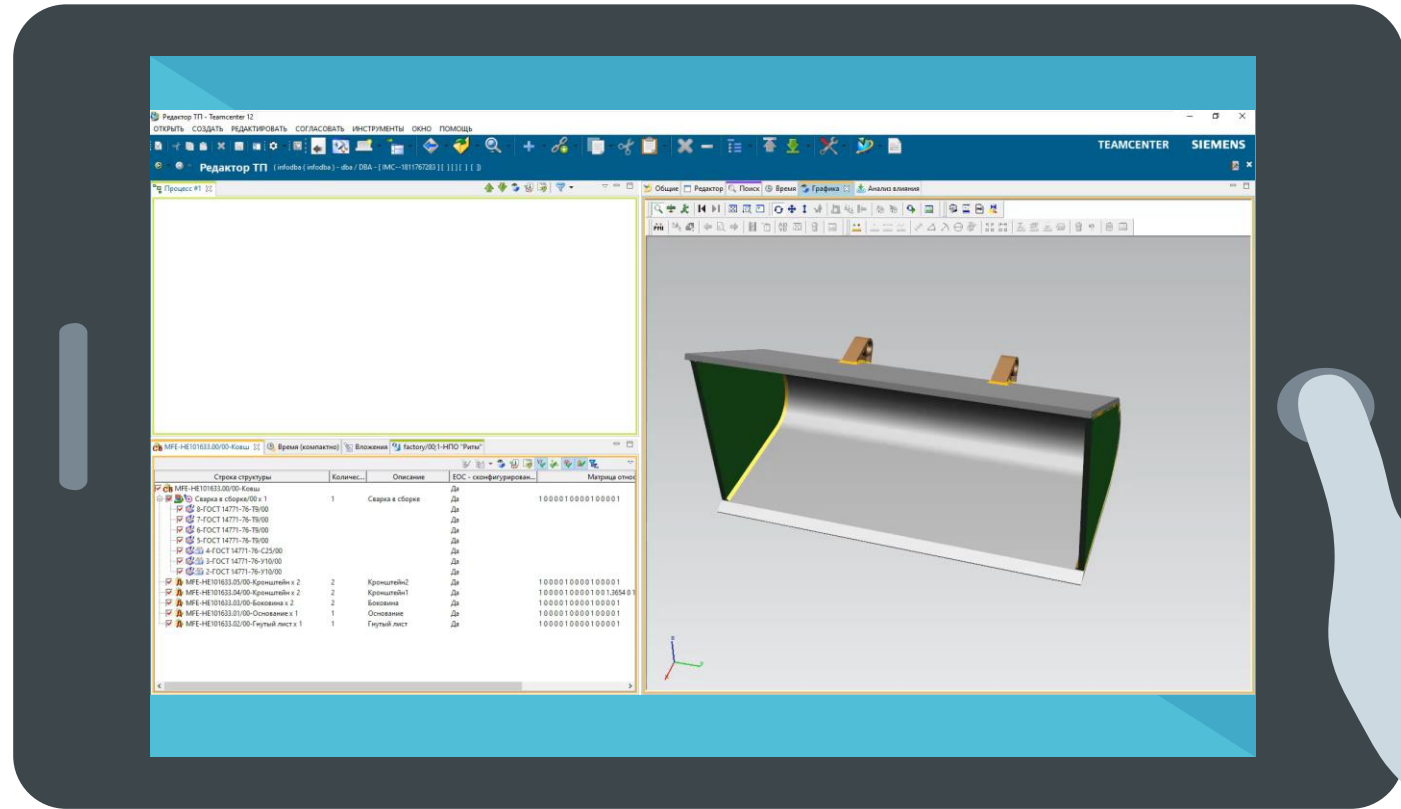
Обозначение сварного шва – создание выноски обозначения сварного шва.

Применяется для формирования обозначения сварного соединения в 3D модели с помощью PMI, или в чертеже. В качестве входных данных используются атрибуты внесенные командой Обозначение сварного соединения. В меню команды выводится ранее внесенная информация и предусматривается возможность настройки вывода полного и сокращенного обозначения сварного соединения.



# Разработка технологии сварки в TC Manufacturing

- Создание техпроцесса
- Разработка операционного маршрута и переходов
- Распределение свариваемых деталей и швов по переходам
- Расчет режимов сварки
- Расчет норм расхода сварочных материалов
- Расчет нормы времени на операцию сварки



# Разработка технологии сварки в TC Manufacturing (расчет режимов сварки)

d, мм	t, мм	S шва, мм <sup>2</sup>	L шва, мм	ПС	НП	КП	lэ, мм	Пл	U, В	I, А	Vс, м/мин	Vп, м/мин	qоз, л/мин	qдз, л/мин	qк, л/мин	Кн.м., г/А <sup>2</sup> ч	Нрас., кг	To, мин
2	30	281.96	1147	Пг - Полугоризонтальное	1-6	6	15-25	О - обратная	28-30	288	0.182	2.73	12			14	3.465	51.56
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>				<b>7</b>	<b>9</b>

Последовательность расчета:

1. Параметры из классификатора св. проволоки
2. Параметры из сварного шва
3. Толщина металла и положение сварки вводится вручную
4. Количество проходов (по табл.)
5. Сила тока (по табл.)
6. Коэф-т к массе от положения (по табл.)
7. Масса шва и норма расхода проволоки (по формуле)
8. Скорость сварки и подачи проволоки (по формуле)
9. Основное время (по формуле)
10. Напряжение дуги (по ВАХ) и расход газа (по таблице)

№ позиции	Свариваемый материал	Толщина металла, мм, до			
		10	100	10	100
		Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup> , до		Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup> , до	
		первого прохода		второго и последующих проходов	
1	Углеродистые и низколегированные стали	10	30	40	50
2	Высоколегированные и легированные стали	10	30	40	50
3	Алюминий и алюминиевые сплавы	10	20	30	40
4	Медь и медно-никелевые сплавы	10	15	25	35
	Индекс	a	b	v	г

Положение шва	Значение коэффициента
Нижнее	1,00
Полувертикальное (наклонное)	1,05
Вертикальное, горизонтальное	1,10
Потолочное	1,20

Зависимость напряжения и расхода углекислого газа от силы сварочного тока							
Сила сварочного тока, А	50÷60	90÷100	150÷160	220÷240	280÷300	360÷380	430÷450
Напряжение дуги, В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32-34
Расход CO <sub>2</sub> , л/мин	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-20

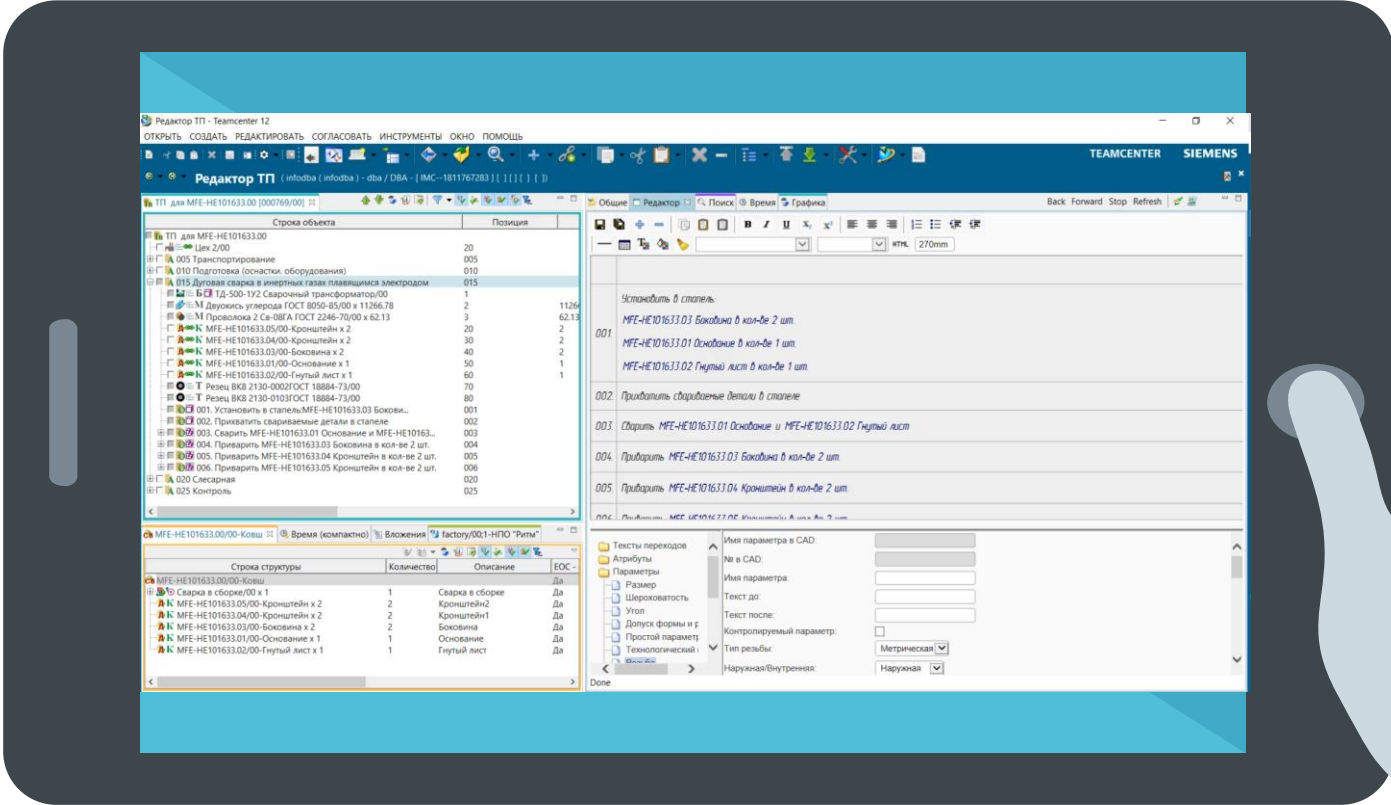
Номер позиции	Положение шва в пространстве	Толщина металла, мм, до	Диаметр сварочной проволоки, мм					
			0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
			Расчетное значение силы тока, А					
1	Нижнее	0,8	86	98	106	—	—	—
2		1,0	86	98	106	—	—	—
3		2,0	105	116	143	171	—	—
4		3,0	108	122	148	179	—	—
5		4,0	109	122	150	179	—	—
6		5,0	—	164	178	218	252	290
7		6,0	—	164	180	218	252	290
8		8,0	—	170	185	220	258	300
9		10,0	—	170	185	220	260	300
10		20,0	—	—	200	245	285	326
11		30,0	—	—	230	270	320	360
12		60,0	—	—	250	295	345	395
13		80,0	—	—	—	330	385	440
14		160,0	—	—	—	358	418	480
15	Вертикальное	0,8	77	88	95	—	—	—
16		1,0	77	88	95	—	—	—
17		2,0	95	104	129	154	—	—
18		3,0	97	110	133	161	—	—
19		4,0	98	110	135	161	—	—
20		5,0	—	148	160	196	227	261
	Индекс		a	b	v	г	д	е

Источники:

- Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов. М, 1989
- Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник, том 2, Под редакцией Покараев Г.М., М. Машиностроение, 1988

# Разработка технологии сварки в TC Manufacturing (эскизы)

- Создание в визуализаторе снимков с заметками
- Формирование комплекта ТД
- Просмотр технологического процесса в браузере (EWI)



# Преимущества автоматизации проектирования сварных соединений

## Конструктор

Снижение сроков разработки КД

## Конструктор

Выше качество конструкторской документации, меньше ошибок

## Конструктор

Учет массы швов в изделии

## Технолог

Автоматический расчет режимов обработки, норм времени и норм расхода материалов

## Технолог

Автоматизация при разработке трехмерных эскизов

## Рабочий

Наглядность технологического процесса



## Преимущества автоматизации проектирования сварных соединений

Разработка конструктором трехмерных представлений сварных швов в макете резко **повышает скорость и качество** КТТП на последующих этапах.

В планах развития – работа с условным представлением сварных швов



# Симуляция технологических процессов в Tecnomatix



# Области применения симуляции процессов



## Роботизированные комплексы

- Весь комплекс задач от достижимости до времени цикла работы, генерация управляющих программ, виртуальная пусконаладка



## Общая сборка

- Обеспечение возможности сборки изделия в производстве в соответствии с подготовленным техпроцессом



## Эргономика ручных операций

- Анализ процесса с точки зрения требований эргономики, исключение риска производственных травм из-за недостатков техпроцессов

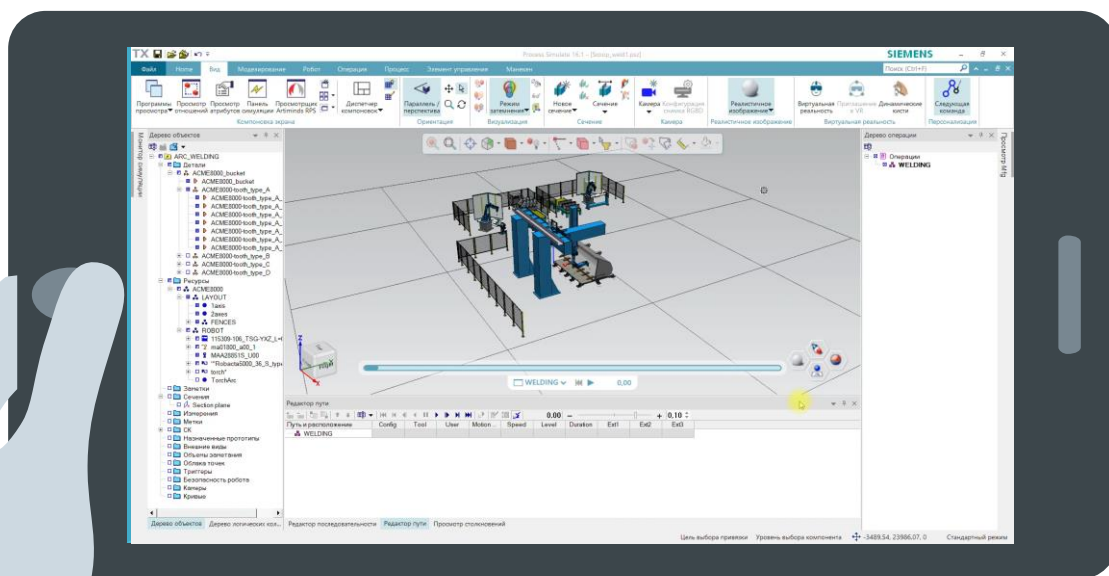


## Оптимизация производства

- Обеспечения необходимых показателей работы производства, цеховая логистика, организация материалопотока



# Симуляция РТК и виртуальная пуско-наладка



- Детальная модель технологического процесса, выполняемого роботом
- Гарантия возможности выполнения операций с точки зрения достижимости, столкновений и времени цикла
- Виртуальная пусконаладка с учетом цеховой автоматизации (PLC-контроллеры, HMI, датчики)
- Исключение поломок
- Уменьшение простоя оборудования, необходимого для переналадки под другой тип деталей

# Программирование РТК в компании John Deere с применением Тесноматix

**70%**

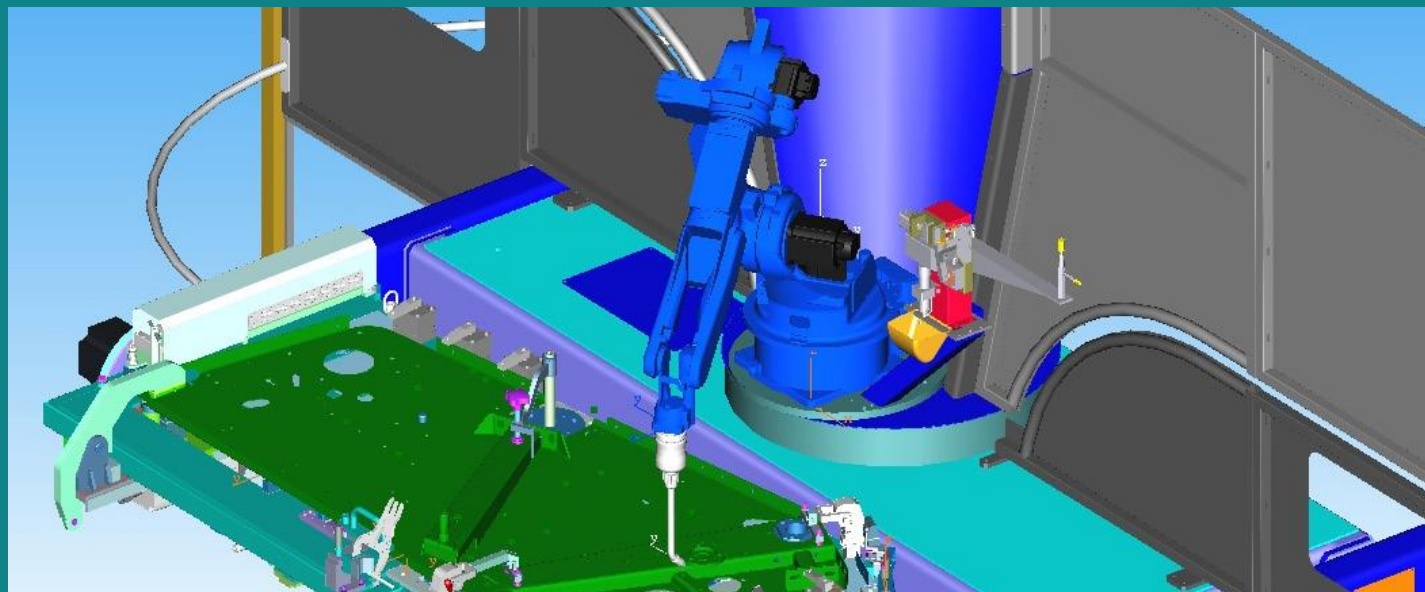
СНИЖЕНИЕ  
ВРЕМЕНИ СОЗДАНИЯ  
ПРОГРАММ НА 50-70%



СОКРАЩЕНИЕ  
ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ  
РТК В 3 РАЗА



ОПТИМИЗАЦИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА



Проверка сварочных процессов и подготовка УП

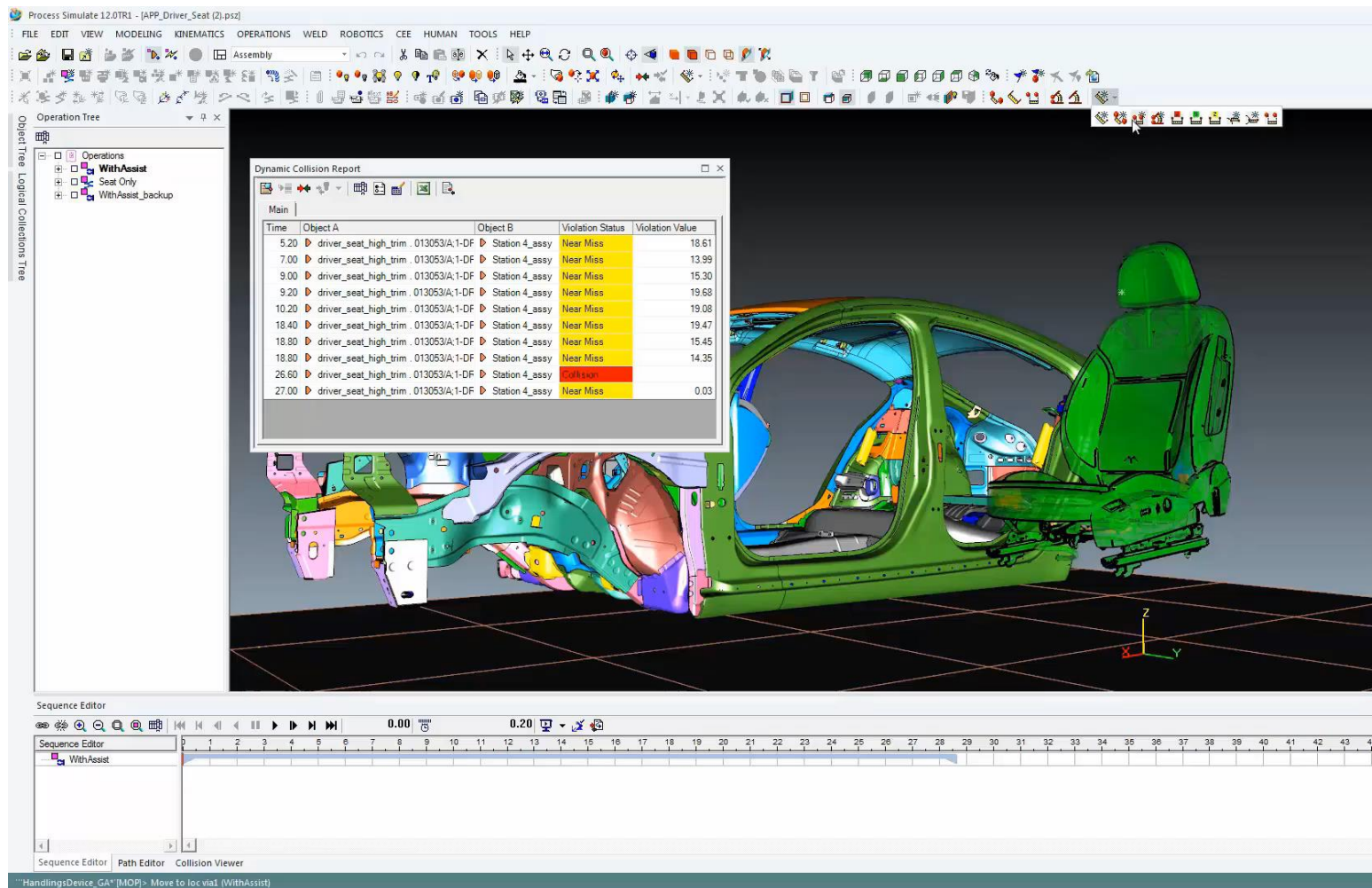


## Общая сборка

Выявление проблем собираемости на этапе проработки техпроцесса

- Невозможность монтажа узла из-за ограниченного места
- Неверная или неисполнимая последовательность операций
- Неприменимый в данных условиях инструмент/приспособления

Корректировка техпроцесса или изменение конструкции до начала производства, когда это станет слишком дорого



## Эргономика ручных операций – сборка в производстве



### Сборка в производстве

- Идентификация проблем с собираемостью
- Повышение производительности
- Соблюдение нормативов
- Снижение риска травм и заболеваний

### Фокус симуляции:

- Технологическое оснащение
- Последовательность операций
- Удобство сборщика
- Повторяющиеся операции

## Эргономика ручных операций – ТОиР



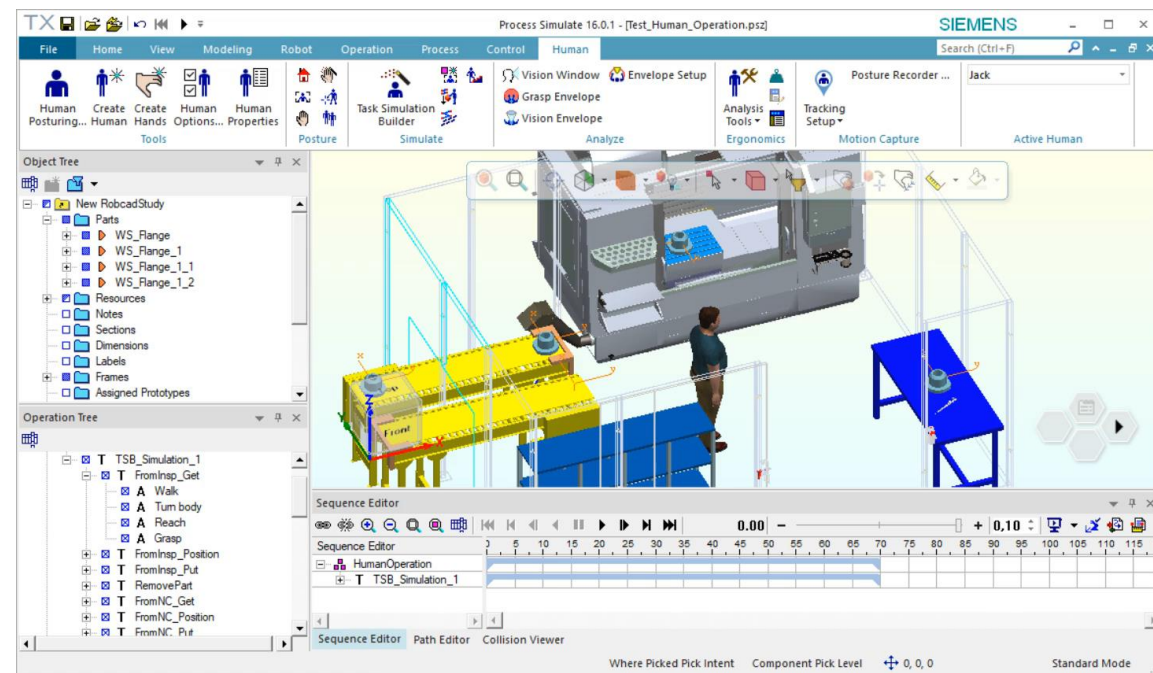
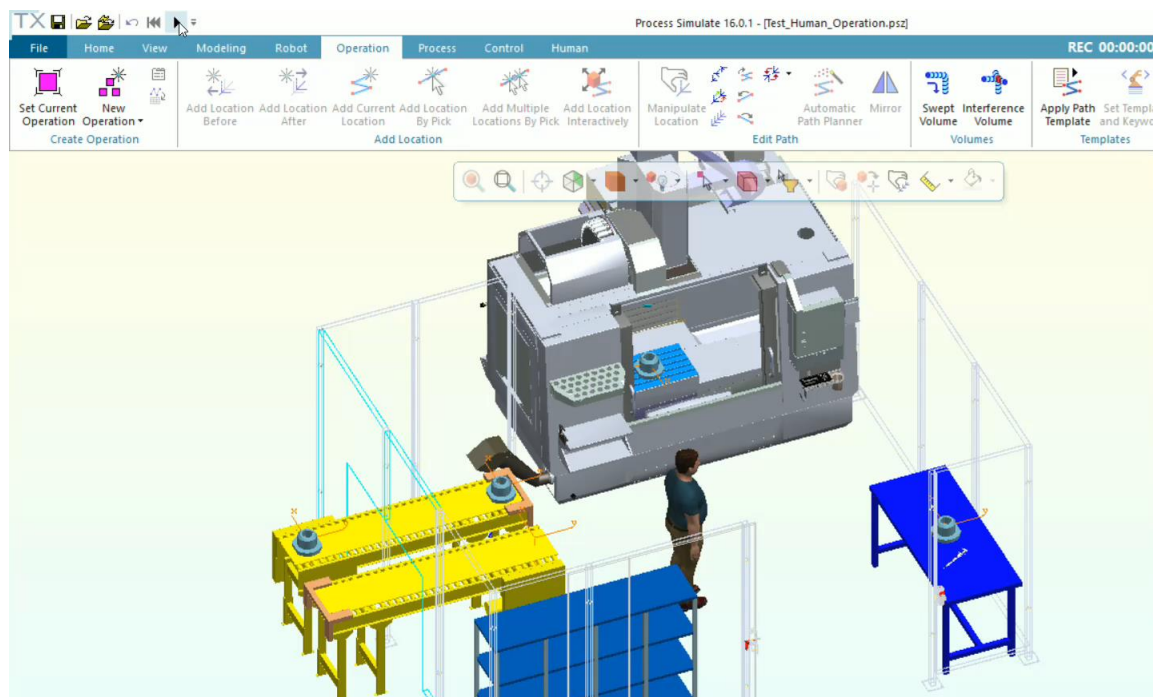
### Эксплуатационная технологичность

- Разработка и проверка перечня регламентных работ
- Проверка удобства обслуживания на этапе разработки
- Подготовка материала для инструкций

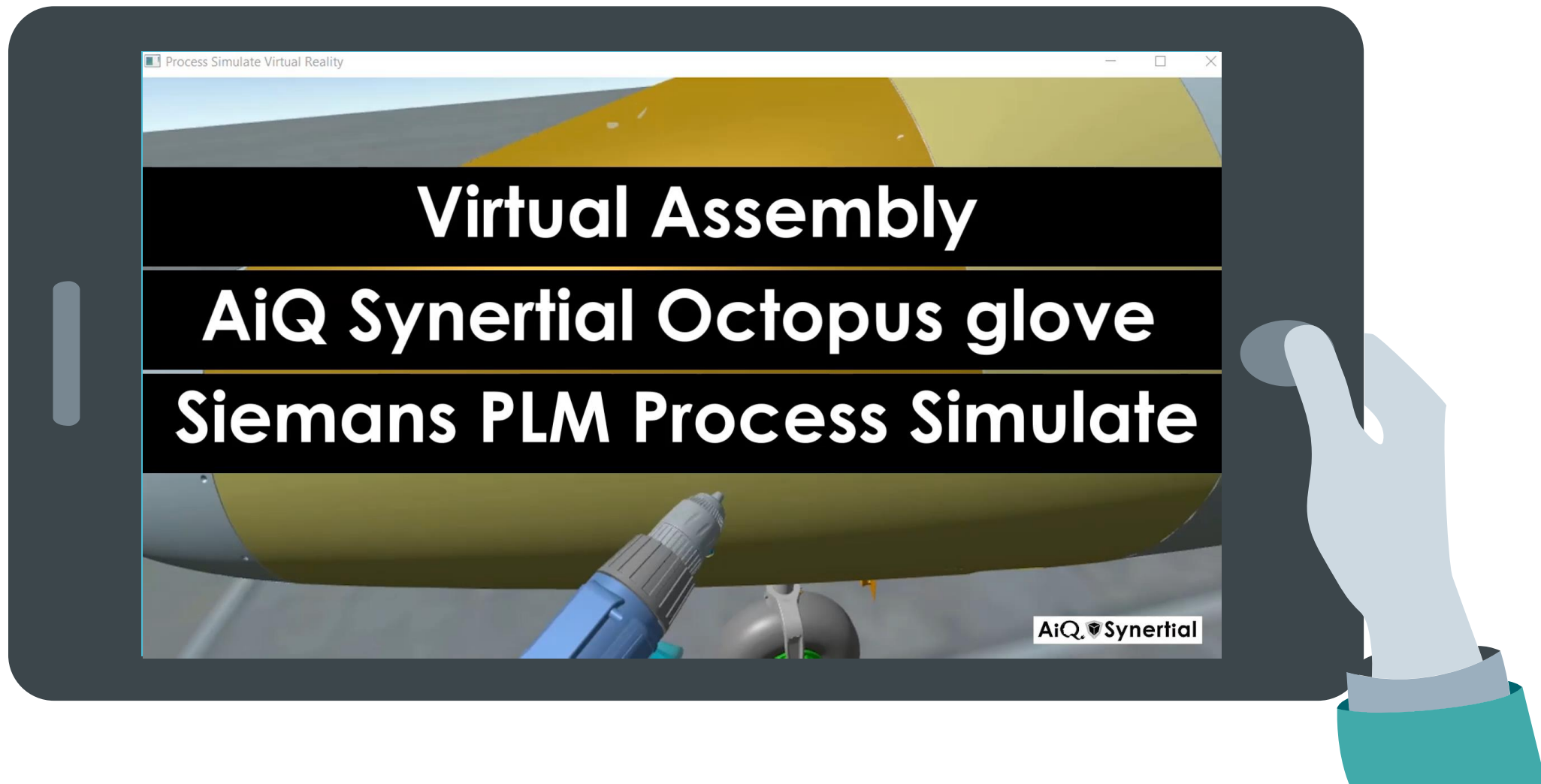
Технология обслуживания существенно отличается от технологии сборки

# Симуляция работы человека в производстве

## Проверка возможности рабочего выполнить ТП



## Интерактивная проверка процессов в виртуальной реальности



## Оптимизация производства и логистики

Симуляция длительного периода  
(неделя-месяц-год)

- Расчет производительности производства
- Оценка загрузки оборудования и персонала
- Оптимизация поставок комплектующих
- Накопители и НЗП
- Учет влияния случайных факторов
- Организация и управление производством





# Вопросы?



# I Контакты

**Коптев Алексей**

Консультант по PLM-решениям  
Teamcenter Manufacturing

E-mail [alexey.koptev@siemens.com](mailto:alexey.koptev@siemens.com)

**Медведев Владимир**

Консультант по Tecnomatix

E-mail [v.medvedev@siemens.com](mailto:v.medvedev@siemens.com)