



# Цифровое производство АО «Силловые машины»

Гаврилов Е.В.  
Директор по ИТ  
к.ф.-м.н., МВА



2023

ДИМ 2955\*181\*233 3М

ЭНЕРГИЯ - СЯН

## 7 предприятий в России



### Санкт-Петербург

Силовые машины

- **Ленинградский Металлический завод**  
Крупнейший производитель турбин для ТЭС, АЭС, ГЭС
- **Завод «Электросила»**  
Крупнейший производитель генераторов для ТЭС, АЭС, ГЭС и крупных электрических машин

**СМТТ. Высоковольтные решения\***  
Производство силовых трансформаторов

**СЗД-Инжиниринг\***  
Системы шариковой очистки

**НордЭнергоИнжиниринг\***  
Проектирование энергообъектов



### Великие Луки

**Завод «Реостат»\***  
Производитель электротехнической продукции, тяговых двигателей



### Калуга

**Калужский турбинный завод\***  
ведущий завод по производству паровых турбин малой и средней мощности, уникального специального энергооборудования



### Таганрог

**ТКЗ «Красный котельщик»\***  
крупнейший котлостроительный завод России



\* Предприятия входят в состав ООО «НордЭнергоГрупп» — российской компании, созданной для управления энергомашиностроительными и электротехническими активами «Севергрупп».

Любое несанкционированное копирование, раскрытие или распространение материалов, содержащихся в данном документе (или приложениях к нему), строго запрещено.

# Проекты цифровизации производства



Текущий уровень развития на АО «СМ» производственных информационных систем позволяет автоматизировать задачи управления производством, создав автоматизированные рабочие места производственного персонала (АРМ ПП) и центры управления производством (ЦУП), представляющие из себя наборы экранных форм информационных терминалов для:



Рабочих, мастеров, сотрудников ОТК, кладовщиков, диспетчеров цехов



Диспетчеров производств, заводов, службы ремонтов и эксплуатации



Руководителей всех уровней, от начальника участка цеха до генерального директора

Управление производством на основе информации, получаемой непосредственно из информационной системы, позволит оперативно реагировать на возникающие отклонения и исключить намеренное или случайное искажение информации при её передаче между уровнями управления.



Автоматизированные рабочие места производственного персонала (АРМ ПП)



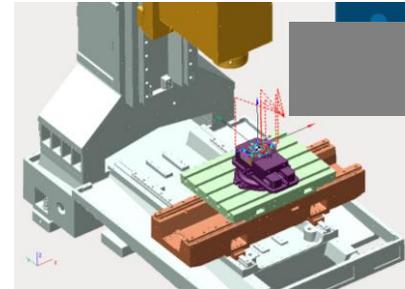
Маркировка



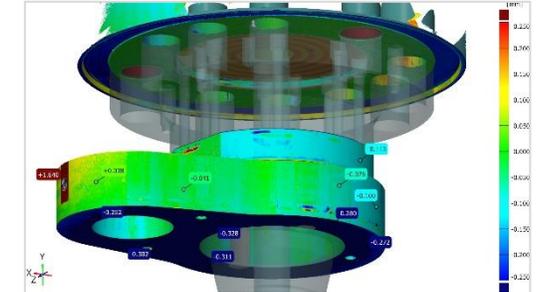
Мониторинг и диагностика оборудования с ЧПУ



Роботизация производственных и контрольных операций



Виртуальная отработка программ для ЧПУ



Виртуальная сборка узлов и изделий из готовых деталей

# Внедрение технологической маркировки в производстве (штрихкодирование)



## Основные цели проекта:

1. Улучшение идентификации и прослеживаемости объектов производственной логистики за счёт внедрения универсальной машиночитаемой технологической маркировки, связывающей объекты реального мира с объектами информационной системы.
2. Создание и наполнение базы данных верифицированными (путём считывания маркировки) данными для реализации следующего проекта – проекта создания аналитической отчётности по производственной логистике (что, сколько, как долго и где пролёживает, что, сколько, как долго и куда перемещается, какие действия и на сколько просрочены относительно плана производства).
3. Сокращение трудоёмкости обслуживания информационной системы за счёт автоматизации ручных проводок в SAP (выпуск полуфабрикатов на полуфабрикатный склад; списание полуфабрикатов на производственные заказы, перемещение полуфабрикатов между полуфабрикатными складами и кладовыми; автоматизация задач инвентаризации материалов на центральных складах и цеховых кладовых, инвентаризации полуфабрикатов на полуфабрикатных складах).
4. Контроль корректности действий выполняемых исполнителями (за счёт проверки соответствия объектов производственной логистики действиям в инфо. системе), что позволит избежать возможности:
  - взять в работ операцию изготовления детали из несоответствующего материала;
  - взять в работу операцию изготовления детали несоответствующей производственному заказу;
  - взять в работу деталь не имея соответствующего инструмента и оснастки;
  - подтвердить выполнение операции не имея на рабочем месте самой детали и /или средств для её выполнения.

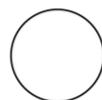
## Текущие результаты проекта:

1. Закуплено и установлено оборудование.
2. Доработана информационная система.
3. Система запущена в промышленную эксплуатацию в 7 цехах
4. В информационной системе автоматически создано более 100 тыс. проводок, что эквивалентно более 14 тыс. часов работы диспетчеров

Пример считывания маркировки при использовании инфо. терминала в виде планшета



Пример маркировки  
покупного материала (заготовки)

Проект: Майнская ГЭС-гидротурбинное оборудование	
Пост.поз.: Рабочее колесо, ст. №3	
Узел: Колесо рабочее 141	
СПП: Н-170895-01-1-023-03-141	
Заказ:	
Партия: 0005771056	 
Парт поставщ.: 190122_S_T	
Плавка: 190122_T	
Чертеж/Материал: 1474208^	
ДСЕ/Наим.: Сектор обоймы ч.1474208 20ГСЛ	
Код маркировки: SM2MCBB000577105600632948	

# Внедрение оптической измерительной машины (ОИМ)

## Основные цели проекта:

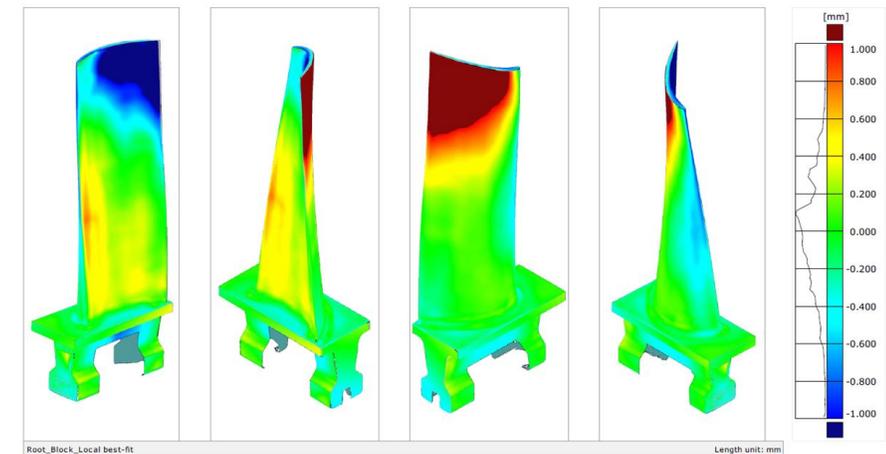
1. сокращение трудоёмкости измерений (один робот вместо 5 КИМ, на которых измерения проводятся преимущественно вручную)
2. сокращение затрат на проектирование и изготовление оснастки (в основном, сложной оснастки для межоперационного контроля, повторяющей профиль лопатки) переход на универсальную оснастку для крепления лопаток на ОИМ.
3. повышение достоверности отчётов о результатах измерений и отсутствие человеческого фактора (автоматически формируемый отчёт вместо ручного заполнения формуляров)
4. повышение точности измерений криволинейных поверхностей (относительно КИМ)
5. появление возможности проведения обратного инжиниринга деталей 2x2x2м (с максимальной точностью)
6. уменьшение времени простоя измерительных машин по причине поломок за счёт более простого устройства ОИМ относительно КИМ (отсутствие у ОИМ сложной внутренней механики, необходимости подвода осушенного сжатого воздуха и т.д.)



## Текущие результаты проекта:

1. Закуплена и установлена оптическая измерительная машина.
2. Персонал обучен написанию программ для проведения измерений и проведению самих измерений
3. По новым лопаткам отказались от изготовления оснастки (контрольно-измерительных приспособлений - КИП) для межоперационных измерений
4. Экономия трудозатрат на межоперационные измерения лопатки (после обработки хвостовика и после обработки пера) с использованием КИП, за счёт сокращения времени измерений лопатки с 18 до 5 мин. - около 2 тыс. н.ч. в год
5. Экономия трудозатрат на измерение готовых лопаток с использованием контактных измерительных машин (КИМ) за счёт сокращения времени измерений лопатки с 24 до 5 мин. - около 13 тыс. н.ч. в год

Карта отклонений - 3D Отклонения - Local Best-fit по хвостовику



# Создание цифровых двойников оборудования с ЧПУ, цифровых двойников оснастки и цифровых двойников инструмента



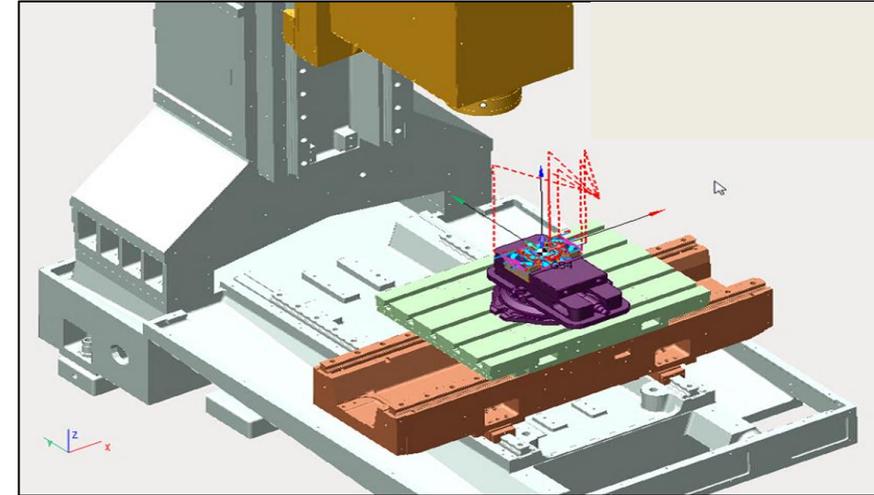
## Основные цели проекта:

1. Сокращение времени обработки на станке за счёт отказа от операции отработки программы для ЧПУ без детали (проверка корректности программы для ЧПУ).
2. Сокращение трудоёмкости формирования программ для ЧПУ, формирования операций тех. процессов обработки на станках с ЧПУ нормирования операций обработки на станках с ЧПУ за счёт автоматического распознавания поверхностей обрабатываемой детали на 3D модели и эмуляции процесса обработки 3D модели детали 3D моделью инструмента на 3D модели станка.

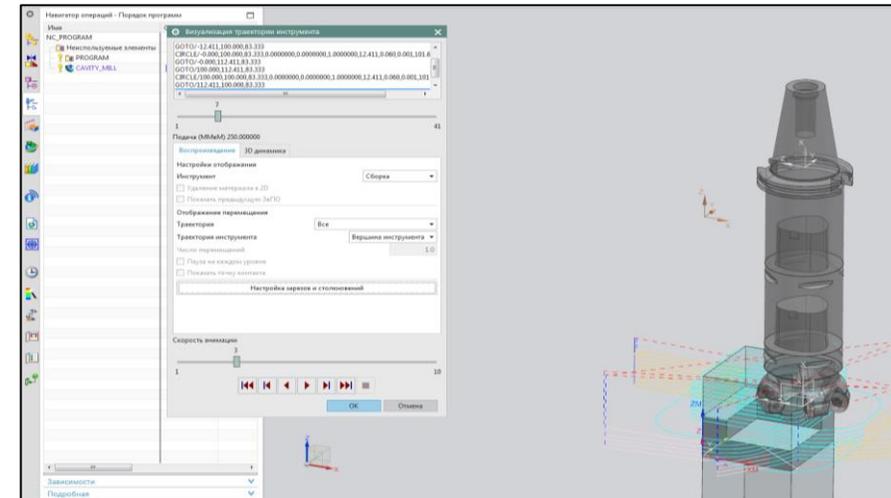
## Текущие результаты проекта:

1. Для NX CAM созданы трёхмерные кинематические модели двух многокоординатных порталных фрезерных станков со сменными навесными головами.
2. Для NX CAM созданы 3D модели оснастки, применяемой для обработки (кубари, домкраты, струбцины).
3. В Teamcenter MRL создан классификатор инструмента с атрибутами, позволяющими формировать инструментальные сборки и 3D поверхности инструментальных сборок.
4. Созданы инструментальные сборки, проверена в NX CAM совместная работа станков со сменными головами и инструментальными сборками.
5. Ведётся подготовка 3D моделей деталей и заготовок для автоматизированного формирования и виртуальной отработки программ для ЧПУ.
6. Принято решение о формировании глобального классификатора оборудования, оснастки, инструмента в Teamcenter MRL (включая оснастку и инструмент собственного производства), ведётся создание классификатора.

Цифровой двойник станка и оснастки



Моделирование обработки



# Спасибо за внимание