

ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ:

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Амеличев Вадим Анатольевич

Технический директор

ООО «С-Инновации»

Области применения ВТСП материалов:

- Ограничители токов короткого замыкания



- Сильные магнитные поля

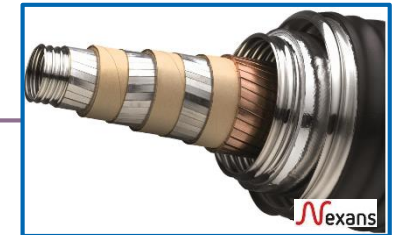
- Компактный ТОКАМАК



- Ускорители

- ЯМР-магниты

- Кабели



- Вращающиеся машины

- Авиация



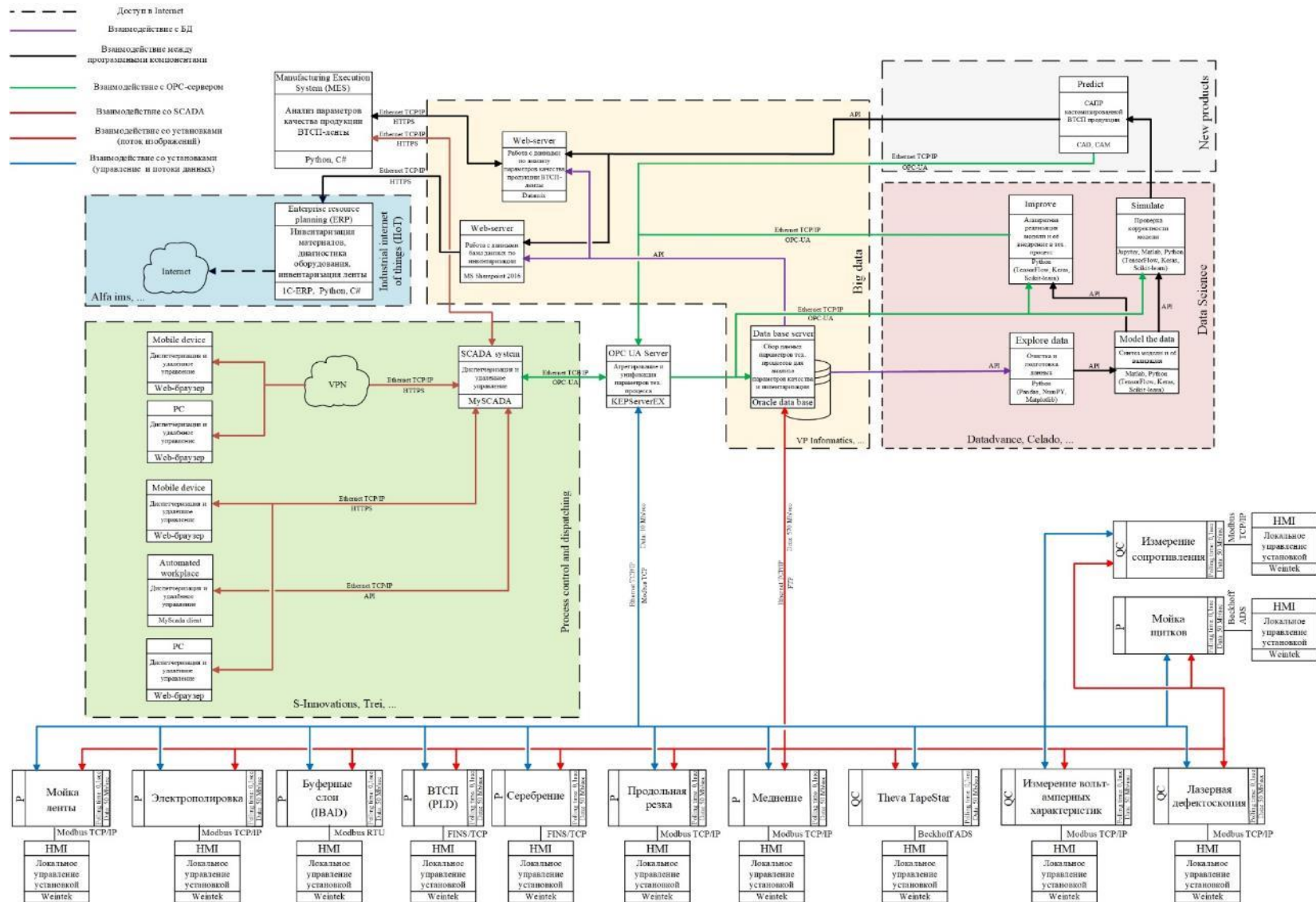
- Флот

- Ветрогенераторы

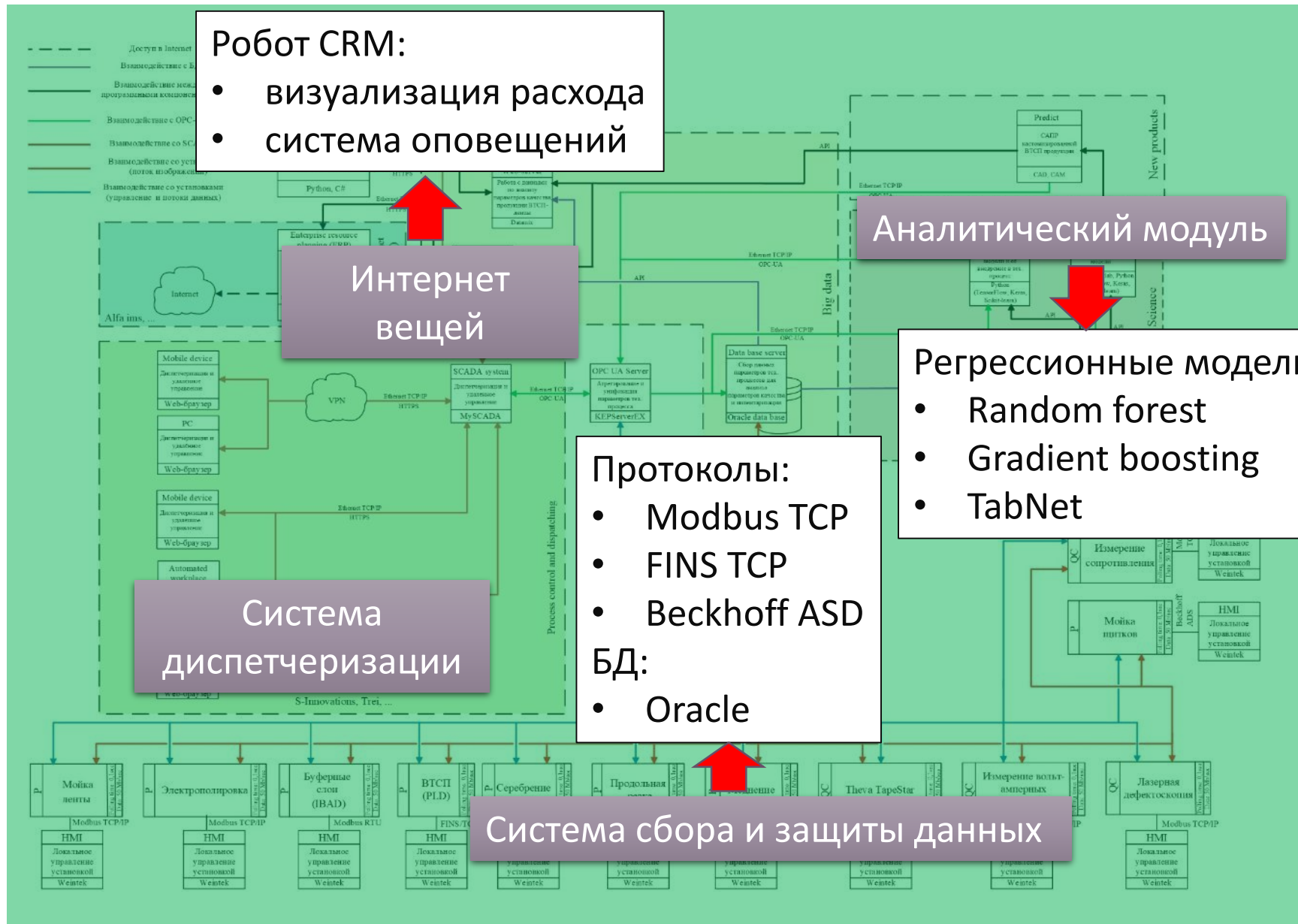


- Магнитная левитация

АРХИТЕКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИТ-СИСТЕМЫ



АРХИТЕКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИТ-СИСТЕМЫ



Робот CRM:

- визуализация расхода
- система оповещений

Интернет вещей

Аналитический модуль

Регрессионные модели:

- Random forest
- Gradient boosting
- TabNet

Протоколы:

- Modbus TCP
- FINS TCP
- Beckhoff ASD

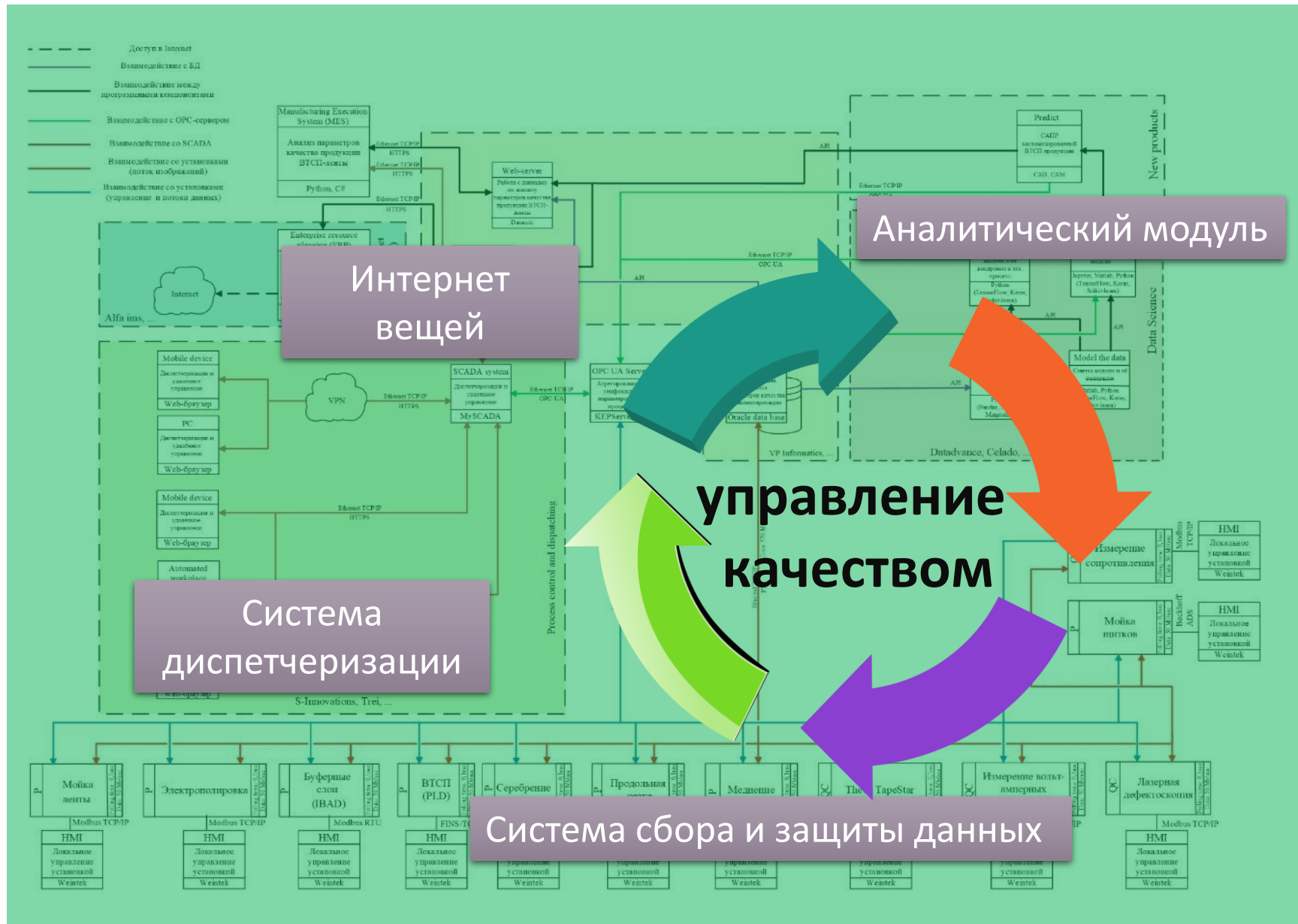
БД:

- Oracle

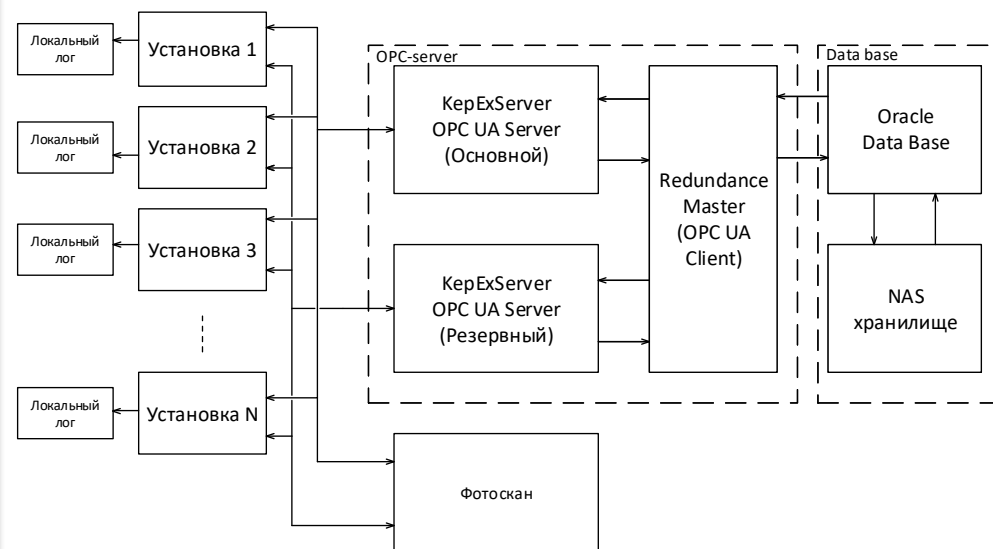
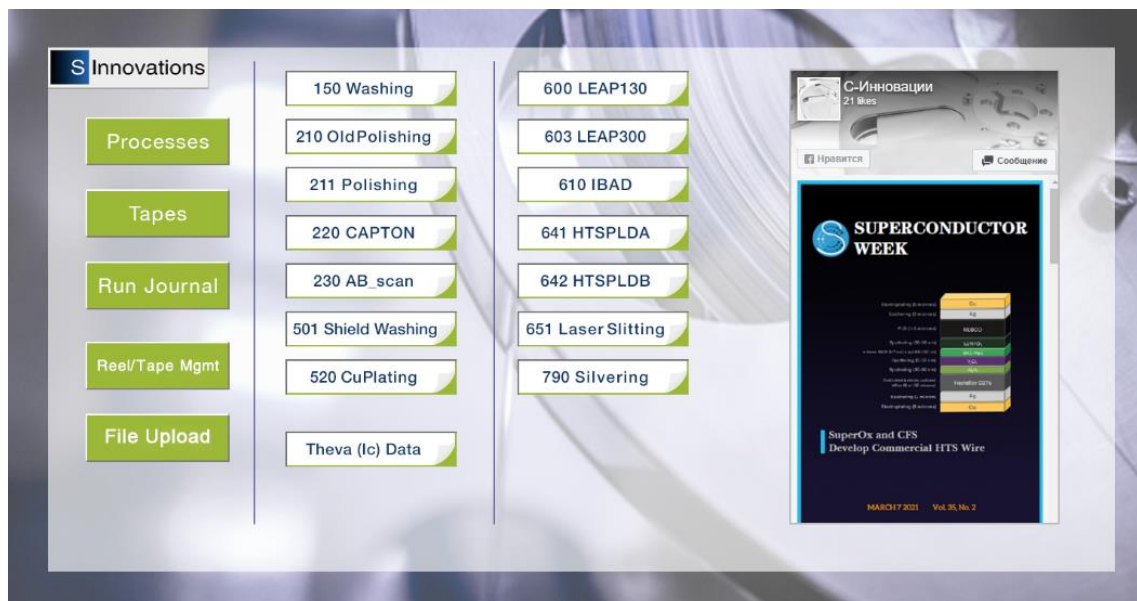
Система диспетчеризации

Система сбора и защиты данных

АРХИТЕКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИТ-СИСТЕМЫ



СИСТЕМА СБОРА И ЗАЩИТЫ ДАННЫХ



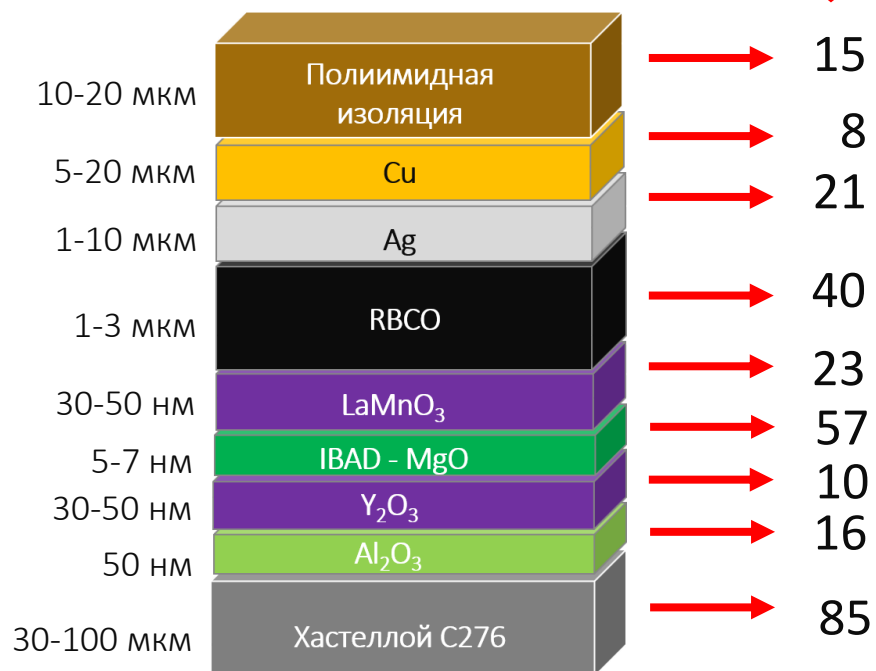
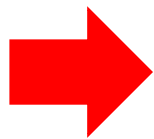
12 единиц технологического оборудования объединены в сеть.
 Запись более **300** технологических параметров.

	Количество записей	Обработанные данные, МБ
Ежедневный прирост	250 000	100
Объем накопленной информации	2 000 000 000	75 000



ЦИФРОВОЙ ПАСПОРТ ПРОДУКТА

Структура ВТСП провода

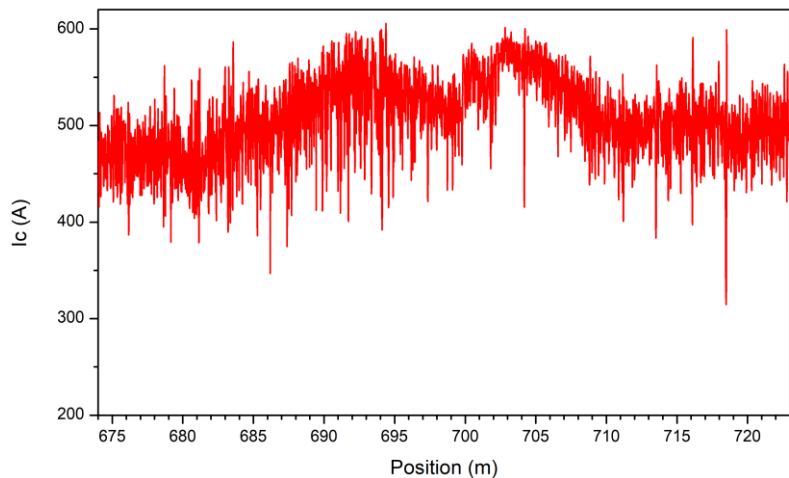


Количество фиксируемых параметров

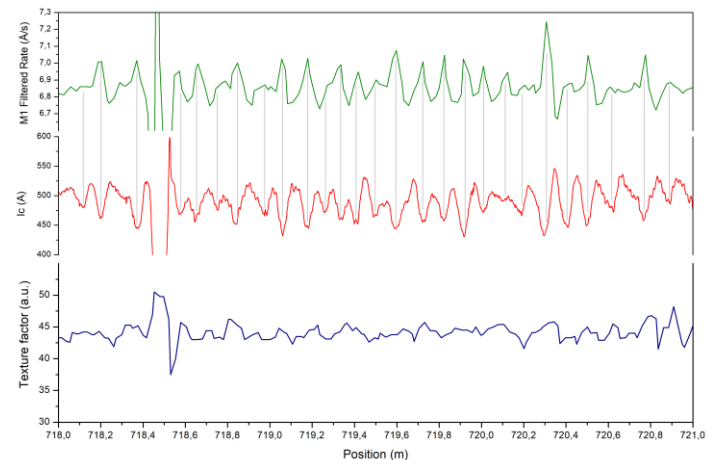
На каждый метр ленты приходится около **30** записей более **300** производственных параметров

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА НЕПОЛАДОК

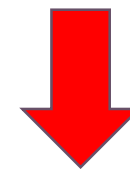
Обнаружена проблема:
«шум» критического тока!



Выявлена корреляция «шума»
с качеством буферного слоя:



Оперативная локализация неисправности
в «ручном» режиме невозможна!



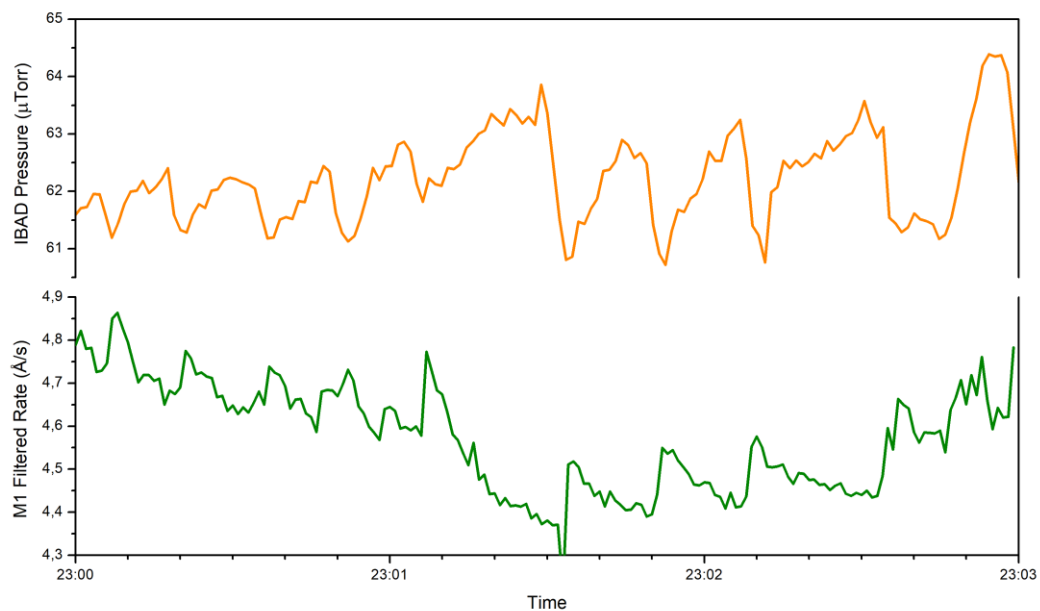
Установка осаждения буферных слоев:

- ✓ 10 000 компонентов в составе установки,
- ✓ 200 единиц навесного оборудования,
- ✓ 150 датчиков

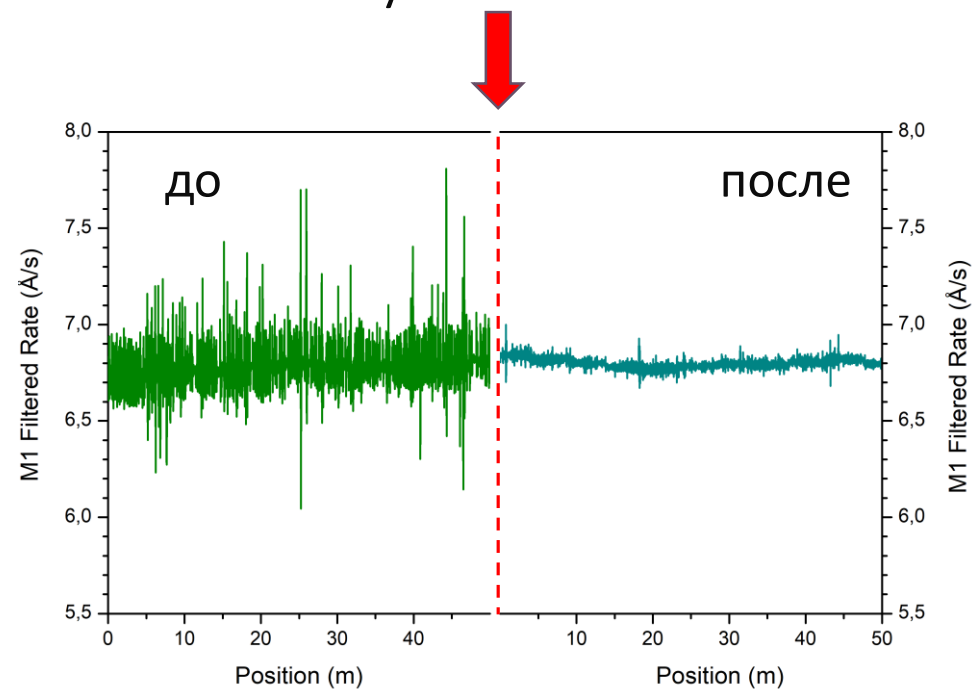


АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА НЕПОЛАДОК

Находим корреляцию текстуры с показаниями одного из датчиков давления



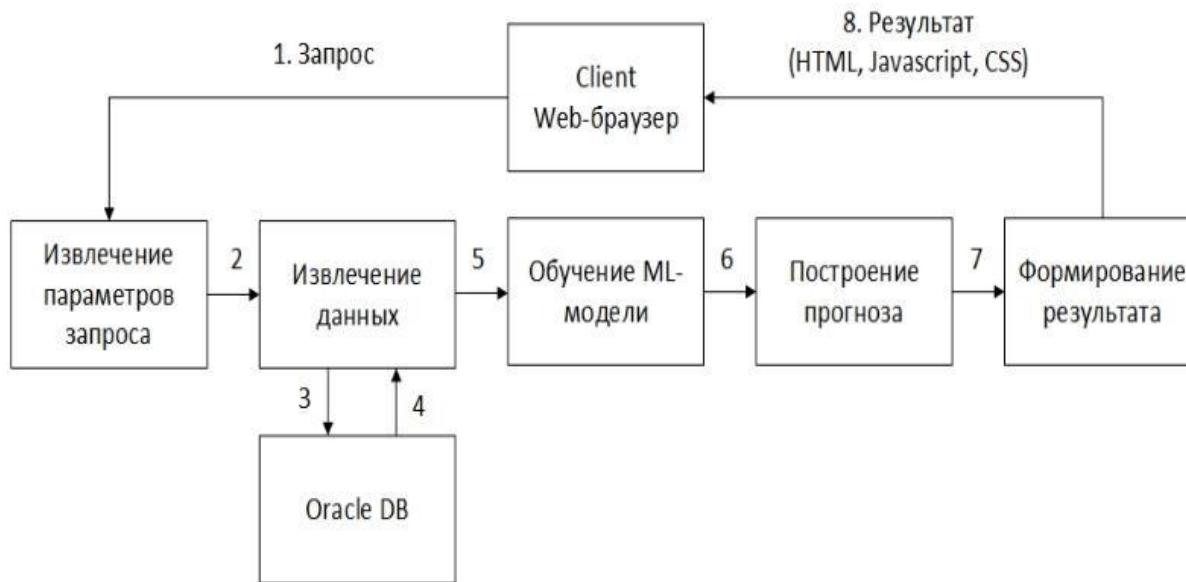
Устраняем микроскопическую течь: «шум» исчез!



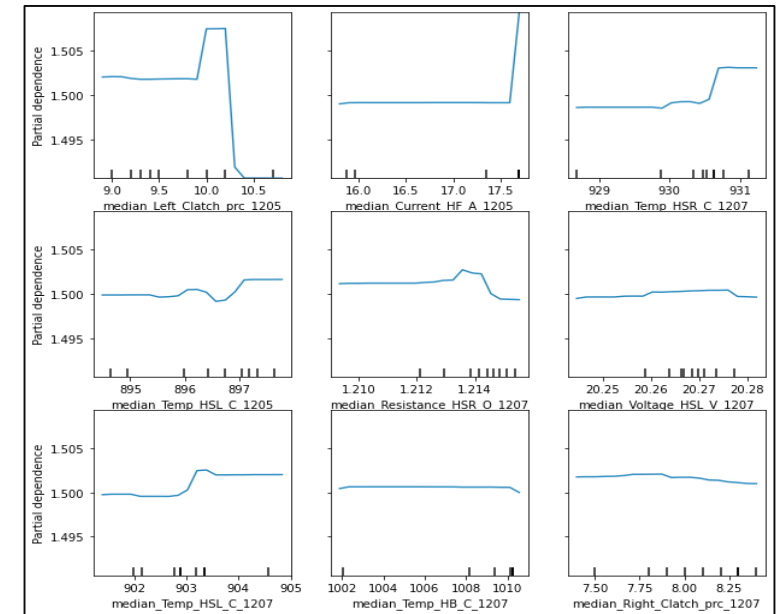
АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ (DATA SCIENCE)

Статистический анализ. Оптимизация параметров техпроцессов.

Алгоритм работы



Результаты анализа



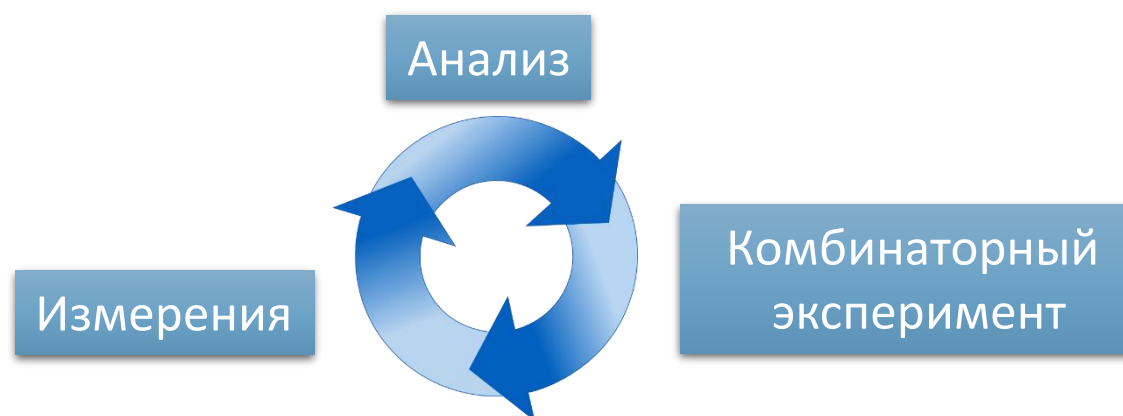
Аналитический модуль ранжирует по важности параметры техпроцессов и выдает рекомендации по достижению требуемых характеристик ВТСП-провода.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ (DATA SCIENCE)

Экспериментальная проверка результатов анализа.

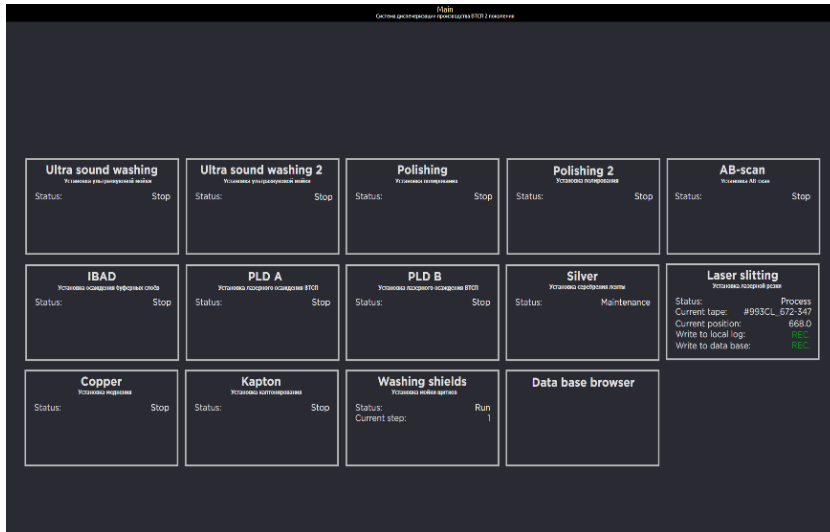
Стандартные условия

Стандартные условия

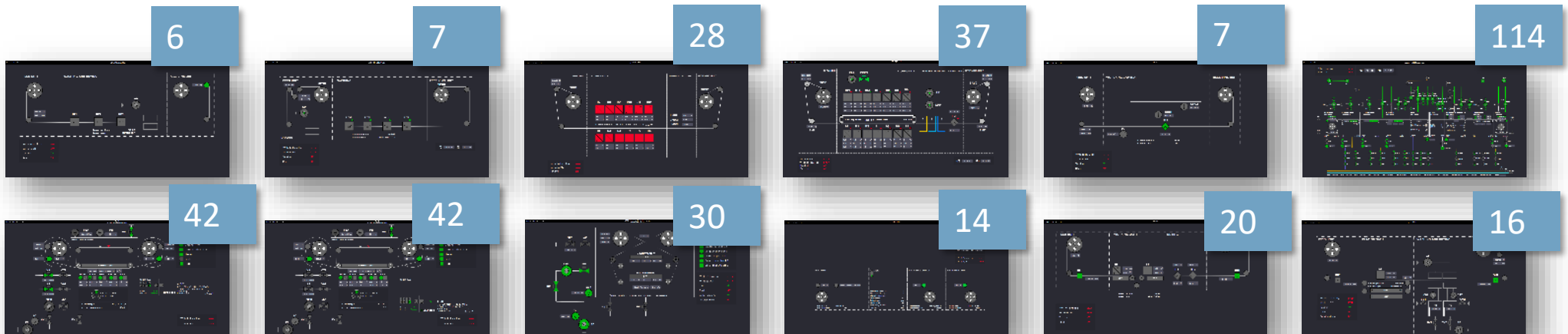


СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Реализован удаленный контроль ВСЕХ процессов производства ВТСП



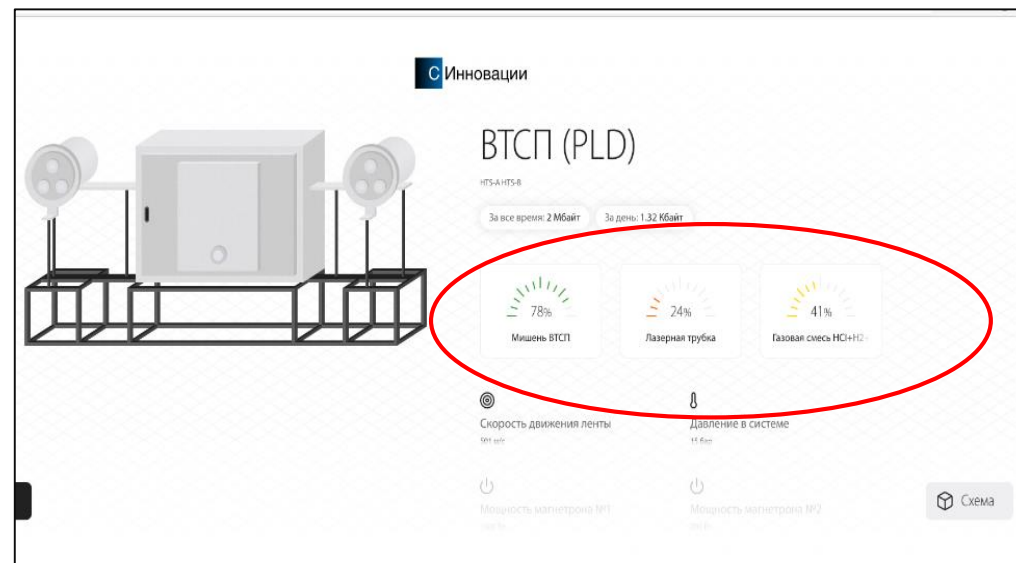
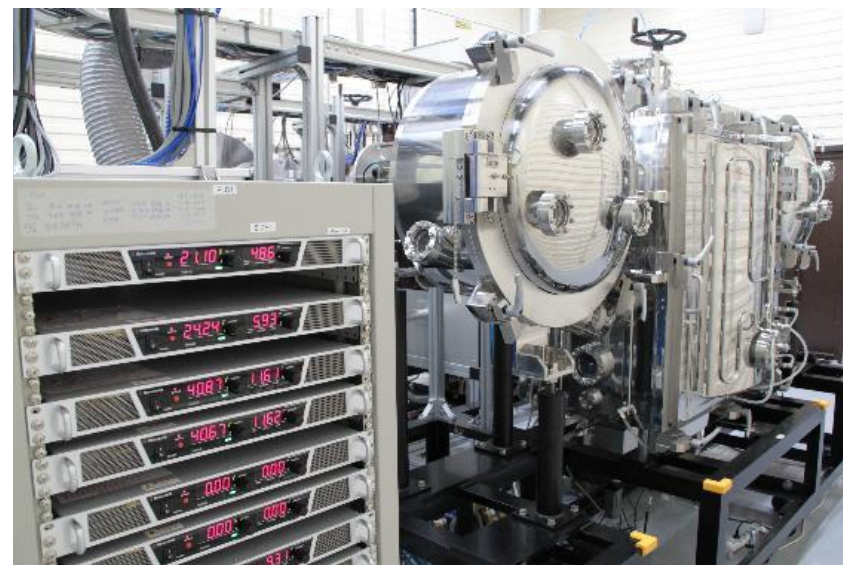
Регулируемые параметры техпроцессов:



ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Система онлайн визуализации оставшегося ресурса расходных материалов, система оповещения и пополнения склада.

- ✓ Роботизированная система CMR
- ✓ Взаимосвязь IoT с управлением качеством:
 - анализ качества продукции, как функции характеристик расходных материалов;
 - выбор лучших материалов и поставщиков.



ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА:

СЕБЕСТОИМОСТЬ

- ✓ Снижение брака за счет снижения человеческого фактора (**IoT**)
- ✓ Улучшение доступа операторов к контролю технологических параметров (**SCADA + БД**)
- ✓ Оптимизация условий техпроцессов (**DATA SCIENCE**)



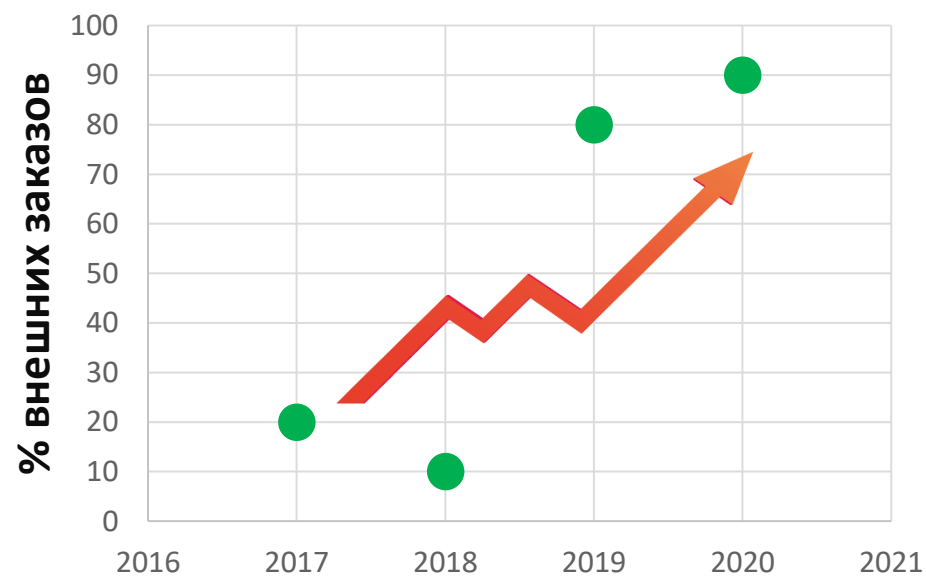
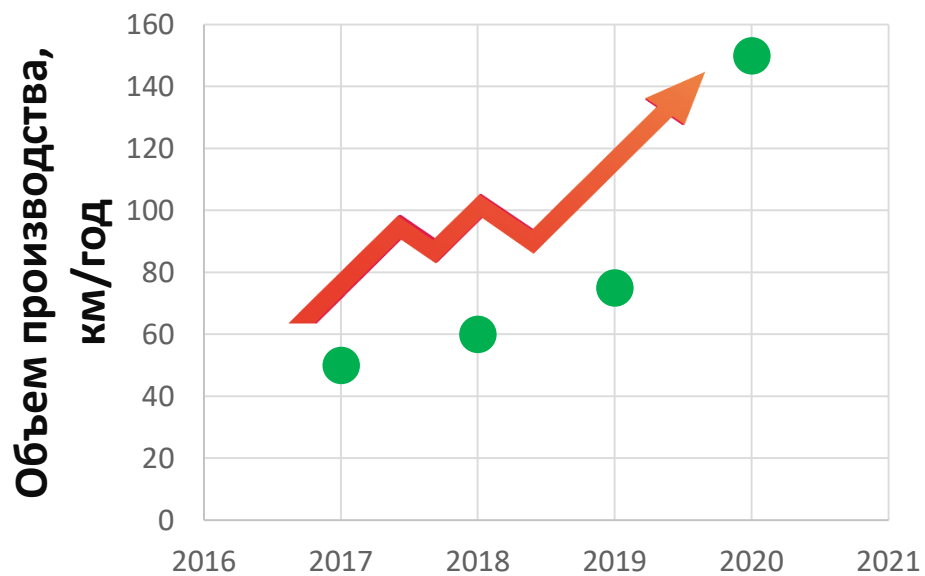
* - ВТСП-провод для магнитных применений (высокое поле)

Себестоимость рассчитана на основе результатов производства за 12 месяцев.

ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА: ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА

2020 год:

- ✓ Рост объема производства и доли внешних заказов

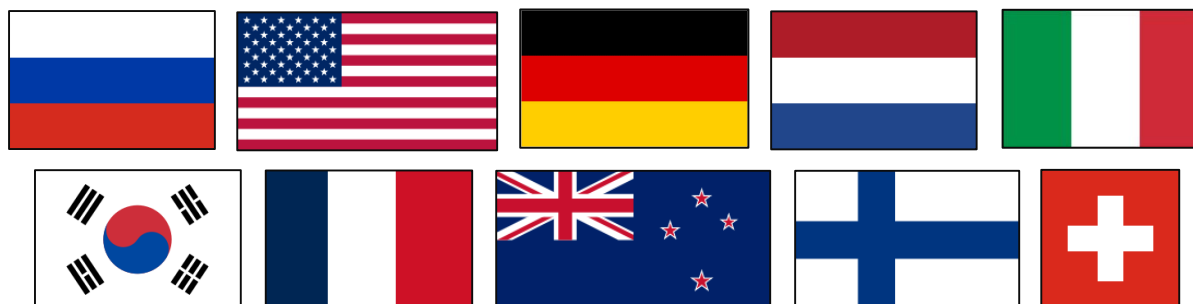


ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА:

ДОЛЯ РЫНКА



2020 год: осуществлена поставка **150 км ВТСП-провода** 21 заказчику



ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА:

- **При помощи цифровизации производства достигнуты результаты:**

- Увеличение доли рынка;
- Снижение количества брака;
- Повышение качества продукции;
- Снижение времени разработки новой продукции.

- **Создана и опробована цифровая система**

алгоритмы - программное обеспечение - технологические решения - кооперация



- **Созданы условия для роста новых рынков высокотехнологичной продукции**

электродвижение (авиация, флот), термоядерный синтез, устройства токоограничения и т.д.

Спасибо за внимание!