

**ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, УСПЕШНЫЕ
КЕЙСЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ**



Максим Феопентов,
директор по развитию, ЕВРАЗ

ALL-OVER-IP

70 000
сотрудников

по всему миру

13,63
млн тонн
стали

произведено за 2020 год

9,75
млрд долл.

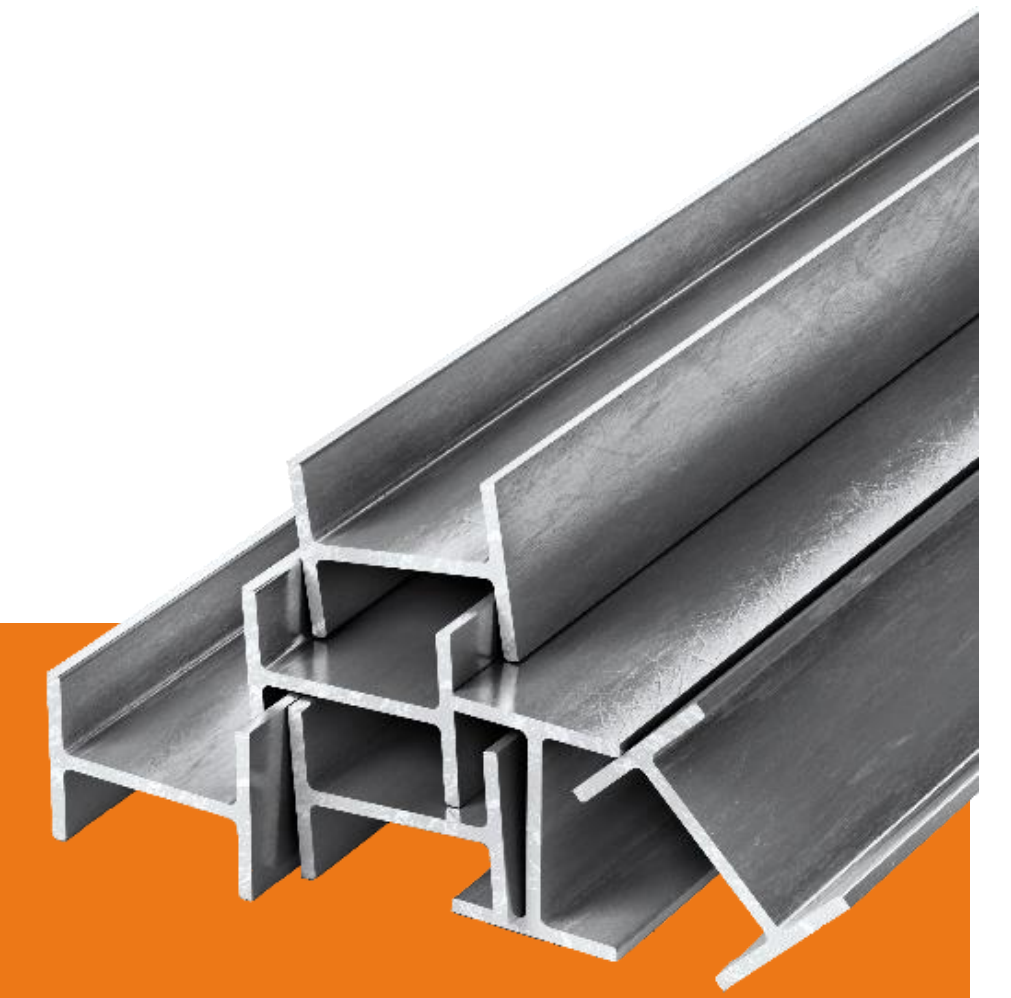
консолидированная
выручка за 2020 год

2,2
млрд долл.

консолидированная
EBITDA за 2020 год

ЕВРАЗ — это:

- металлургическая и горнодобывающая компания
- международная (5 стран присутствия: Россия, США, Канада, Казахстан, Чехия)
- вертикально-интегрированная: своя база угля и руды для производства стали
- лидер на рынках стального проката для инфраструктурных объектов
- компания в топ-10 Forbes



Из нашей стали сделаны



Космодром «Восточный»,
Амурская область



Apple park,
США

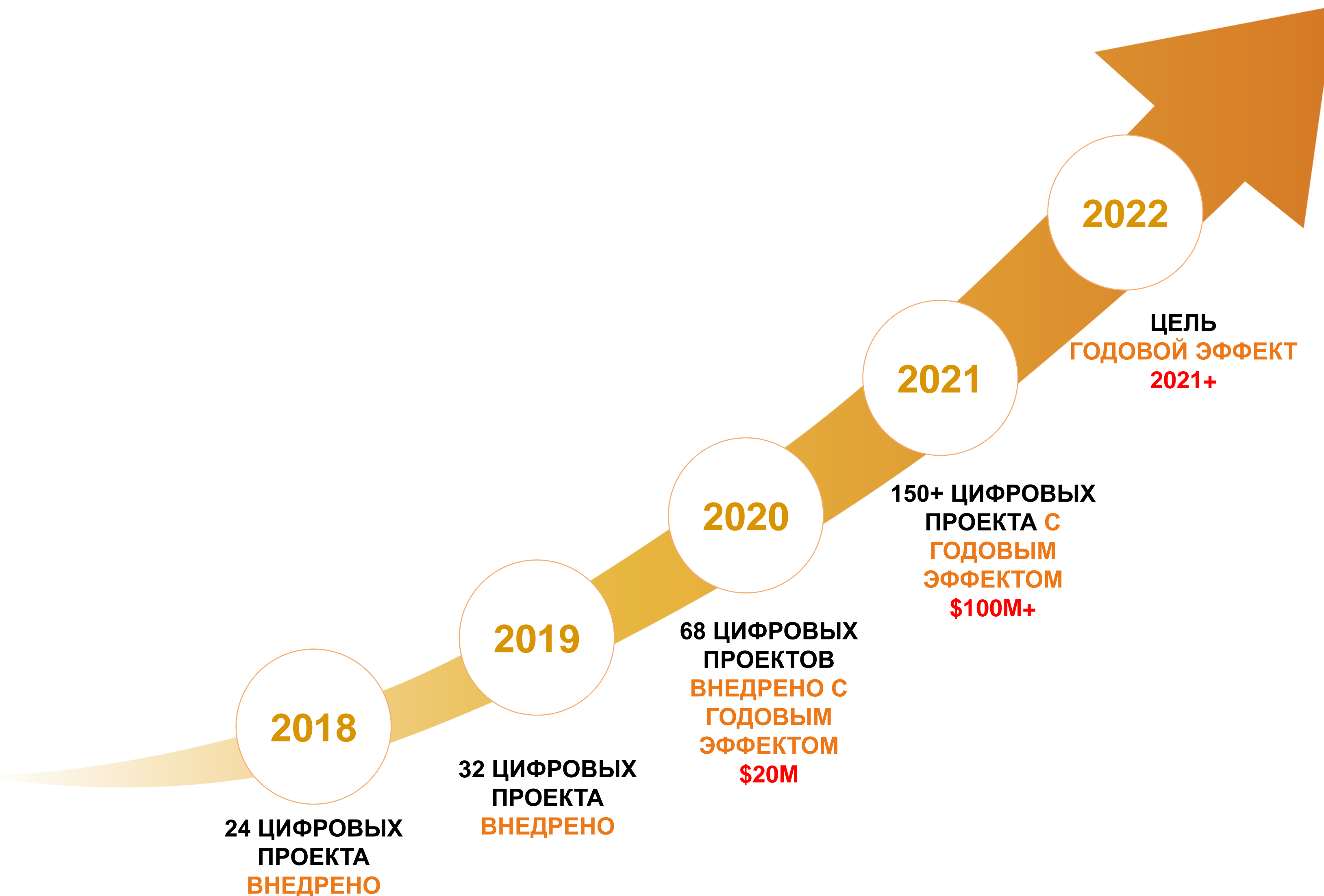


Абу-Даби Плаза,
Нур-Султан, Казахстан

Железные дороги России, СНГ и США



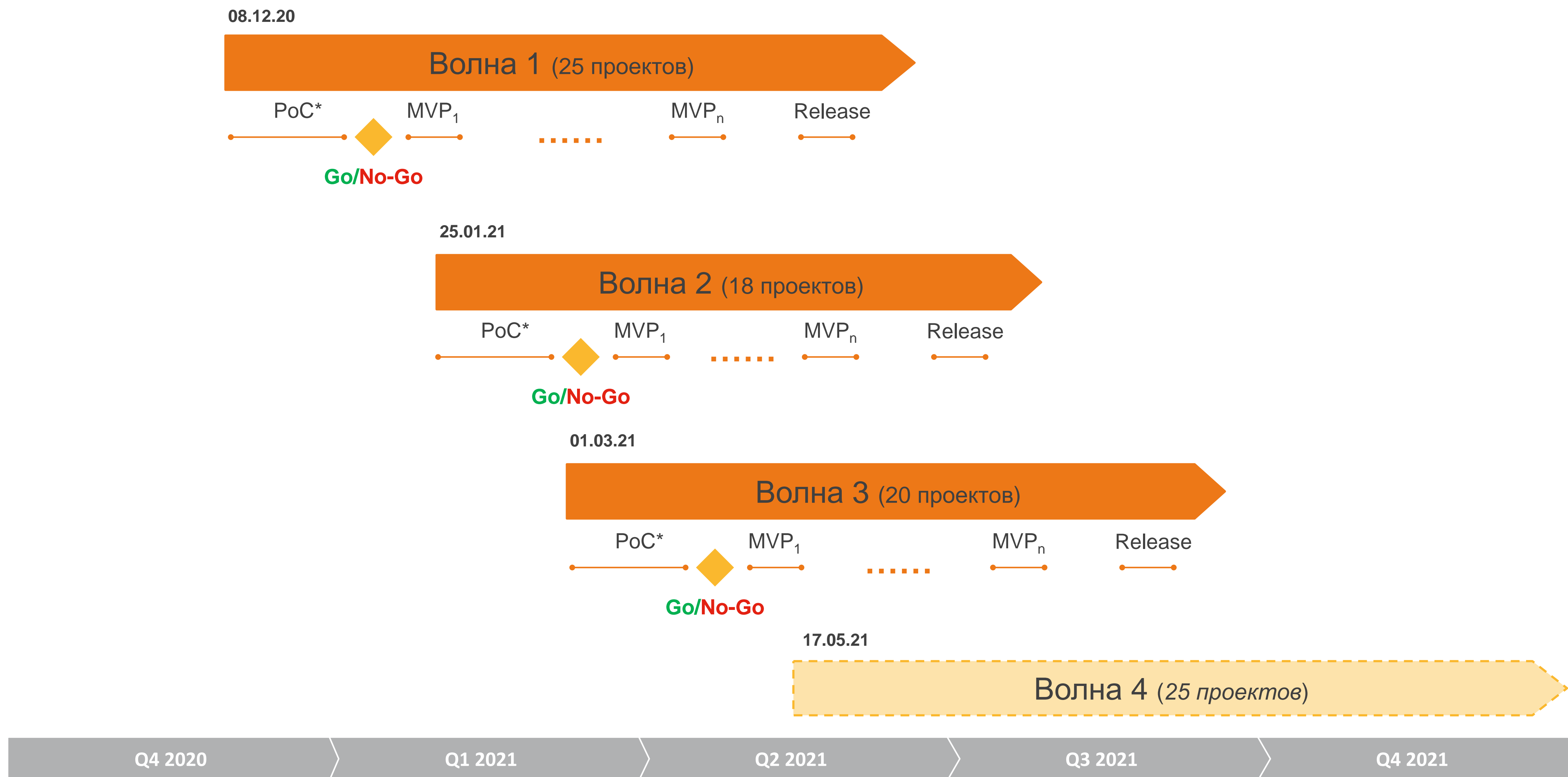
Программа цифровой трансформации с увеличением масштаба стартовала в 4 кв 2020



Цели цифровой трансформации

- Экономический эффект
- Решения на основе данных
- Позитивное влияние на ОТиПБ
- Снижение бюрократии
- Развитие и вовлеченность персонала
- Эффективное управление

Программный подход для реализации проектов ЦТ



* PoC – Proof-of-Concept, MVP – Minimum Viable Product are stages of Agile project

Основные архетипы цифровых проектов

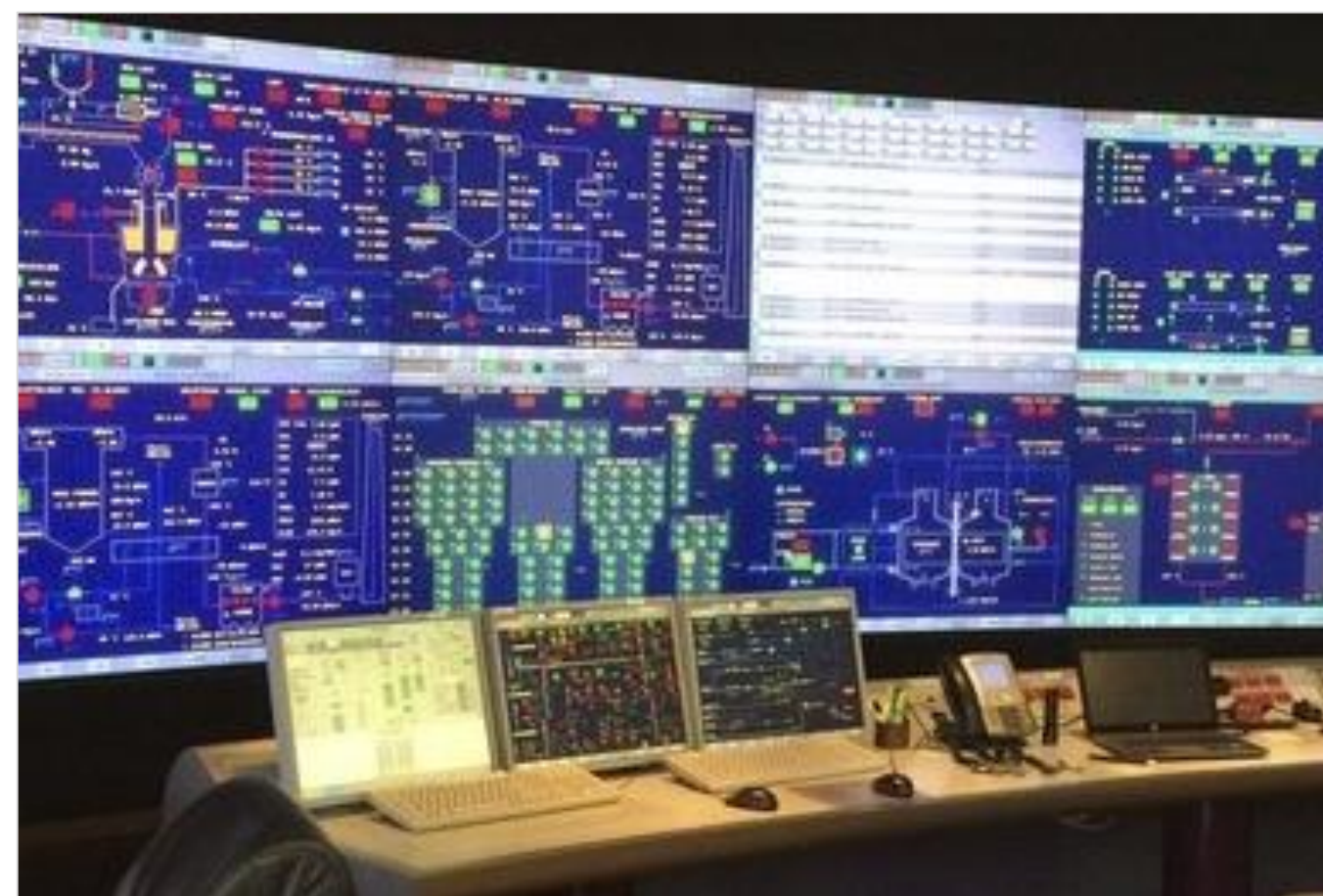
Уровни автоматизации (ISA-95)	Архетипы проектов	Краткое описание	Доля в портфеле
Управление компанией/ бизнесом (уровень 5)	1 Базовая автоматизация и производственный учет (IoT)	<i>Дооснащение датчиками и развитие АСУ ТП для сбора производственных данных</i>	~15%
Управление бизнес-процессами (уровни 3-4)	2 Вендорские экспертные системы	<i>Решения на фундаментальных моделях технологических процессов, формирующие рекомендации по оптимальным параметрам процесса</i>	~3%
Управление производственными процессами (уровни 0-2)	3 Видеоаналитика и машинное зрение	<i>Решения по формированию рекомендаций на основе сбора и анализа медиа данных (видео, фото, аудио, рукописные тексты)</i>	~7%
	4 Корпоративные информационные системы, цифровизация бизнес-процессов и мобильные решения	<i>Автоматизация непроизводственных и поддерживающих процессов (планирование работ, ТОиР, и т.д.), включая реализацию на носимых устройствах (мобильные устройства, планшеты, умные часы и др.)</i>	~8%
	5 Базовая аналитика на производстве	<i>Аналитические решения на основе базовой статистической обработки и агрегации данных, включающих визуализацию вывода</i>	~28%
6 Продвинутая аналитика	<i>Прогностические и оптимизационные решения для производственных и технологических процессов на основе искусственного интеллекта и машинного обучения</i>	~31%	



Базовые аналитические дэшборды с алгоритмическими подсказками

Инструмент для визуализации и анализа информации о бизнес-процессах и их эффективности, а также генерации оповещений на основе отклонения выбранных параметров

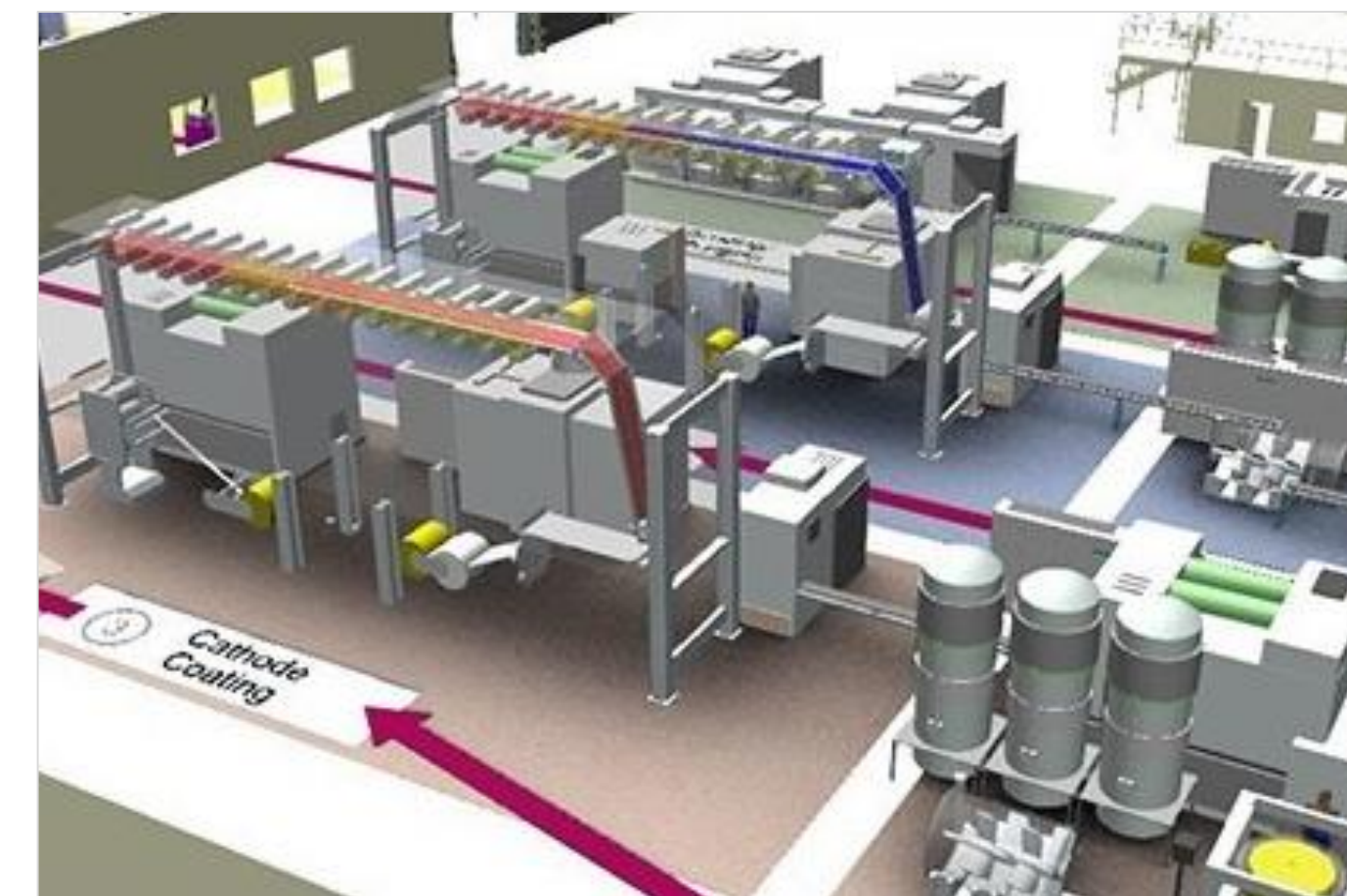
Алгоритмический подсказчик применяется для оптимизации работы отдельно взятой установки с плохим качеством данных



Продвинутая аналитика на основе моделей машинного обучения

Система подсказок и оповещений, основанная на статистическом анализе данных и выявлении взаимосвязей между ними

Применяется для прогнозирования параметров процесса, позволяющие улучшить его результат



Цифровые двойники

Цифровой двойник технологического процесса предназначен для предиктивного анализа, моделирования и прогнозирования параметров технологического процесса в целях его оптимизации по заданным критериям

Применяется для целей планирования, определения узких мест в производственном процессе с большим количеством операций

Возможности для применения цифровых инструментов существуют в каждом сегменте производства



Продвинутая аналитика

Аналитические решения, основанные на прогностических моделях машинного обучения и выдающие рекомендации пользователям по оптимальному ходу технологического процесса. Примеры проектов: «Подсказчик по отдаче ферросплавов», «Управление влажностью в шихте», «Прогнозирование содержания Si в чугуне».



Предиктивная аналитика

Система помогает контролировать состояние оборудования по разным параметрам. Благодаря этому становится возможным заранее предсказать возможные сбои и оперативно их предотвратить. Инициативы в данном направлении ведутся в проектах «НТМК КЦ-1 Прогнозирование отказов МНЛЗ», «НТМК КБЦ Предиктивная аналитика прессо-прокатной линии».



Компьютерное зрение

Системы для отслеживания, обнаружения и классификации объектов по видеопоследовательностям с камер, установленных для съемки технологического процесса. Примеры проектов: «ЗСМК Аглофабрика: определение крупности готового агломерата», «ЗСМК Контроль длины раскрытия на "холодильнике" ССЦ».

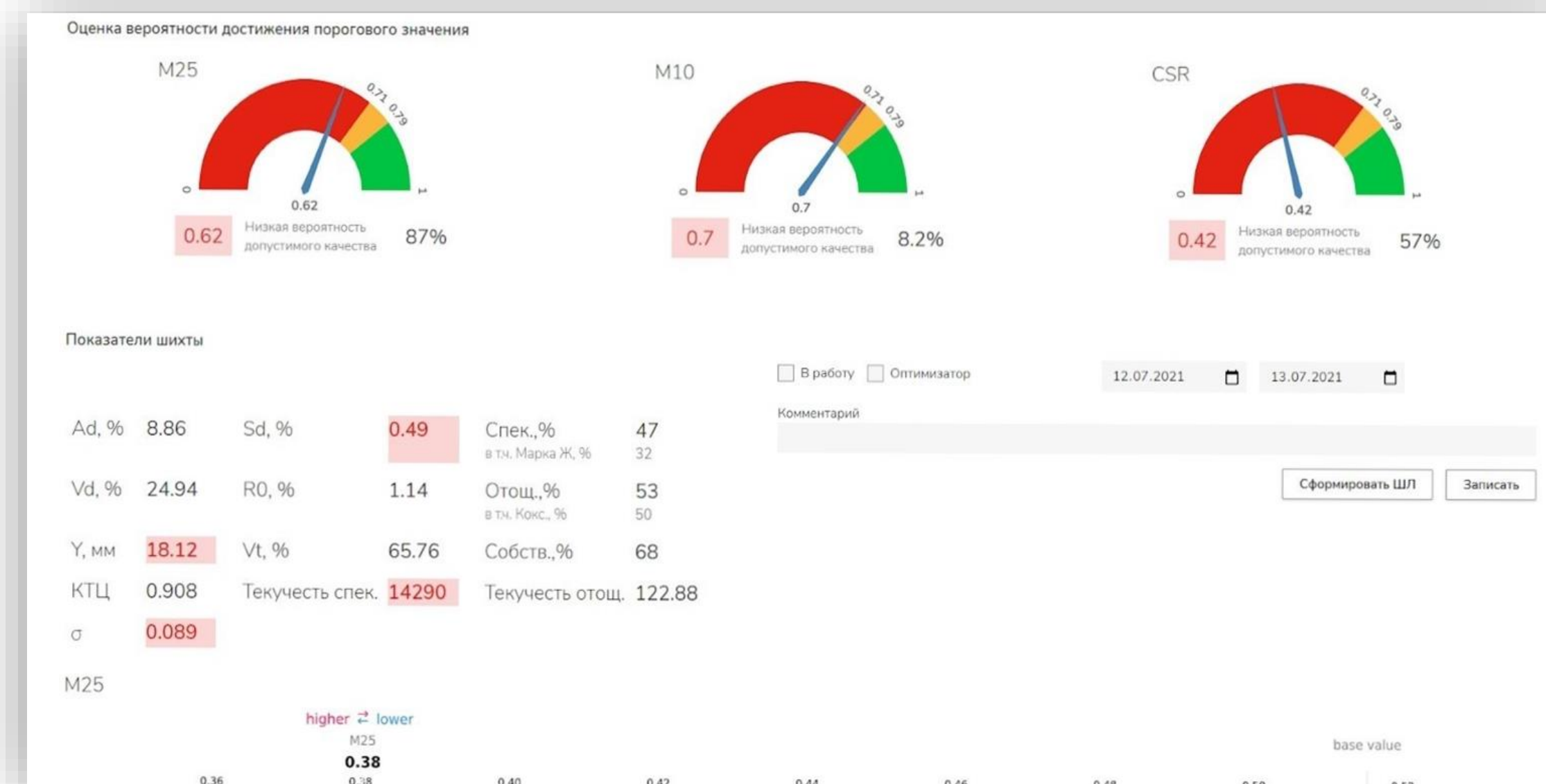
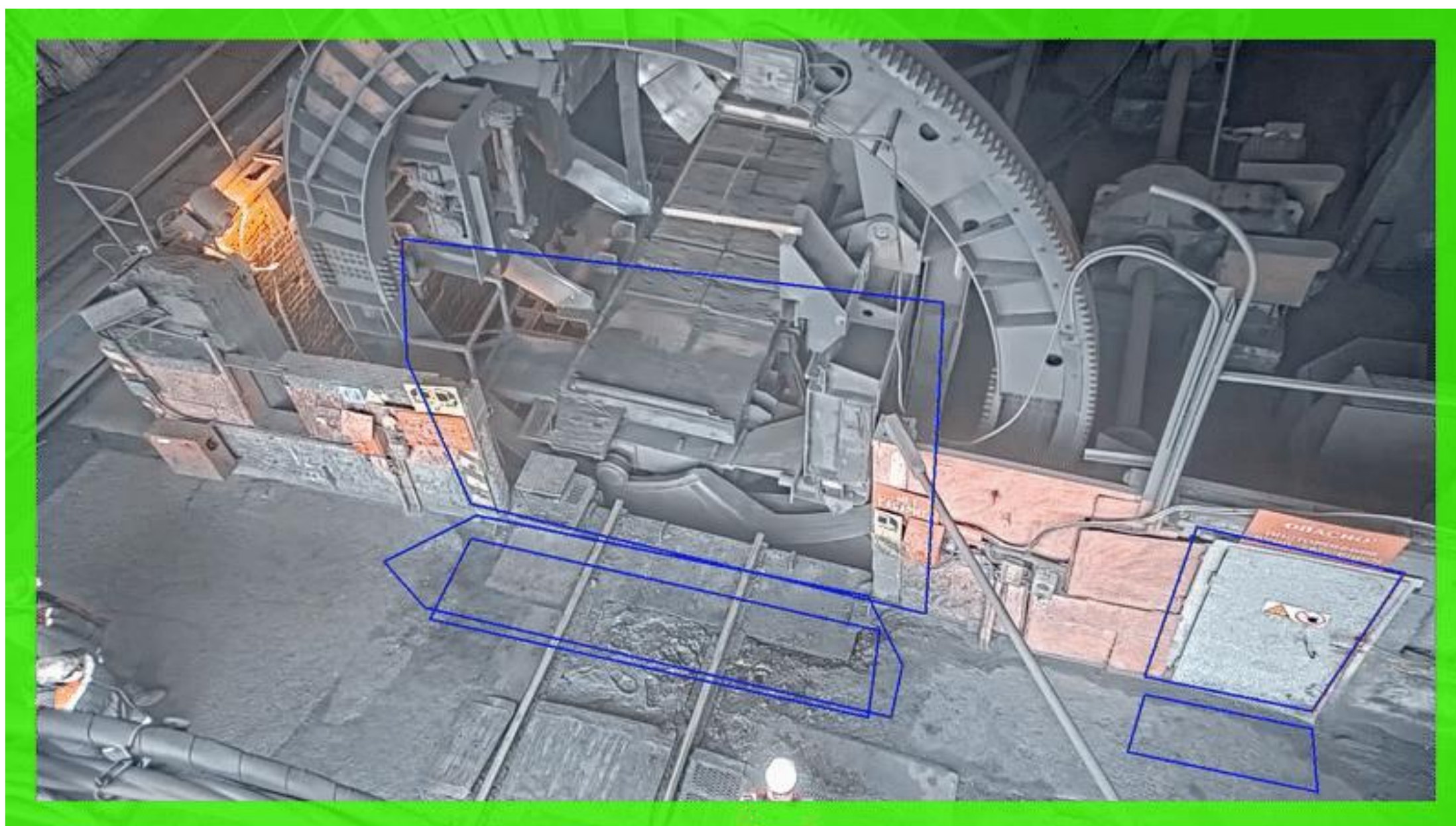


Имитационные модели и цифровые двойники

Компьютерные модели, позволяющие анализировать поведение сложной системы в динамике, искать узкие места и оценивать наступление вероятностных событий. Нарботки в данном направлении ведутся в сегментах НТМК УЖДТ и КЦ-1.

Видеоаналитика: поиск дефектов, гранулометрия, safe zone

Оптимизация производственного этапа (передела)



Примеры проектов по Видеоаналитике

Видеоаналитика наличия СИЗ



Определение нахождения людей в опасных зонах ПУ-12 ССЦ



Распознавание номеров вагонов



Видеонаблюдение и видеоаналитика в пассажирских автобусах



Видеоаналитика целостности конвейерных лент в шахте



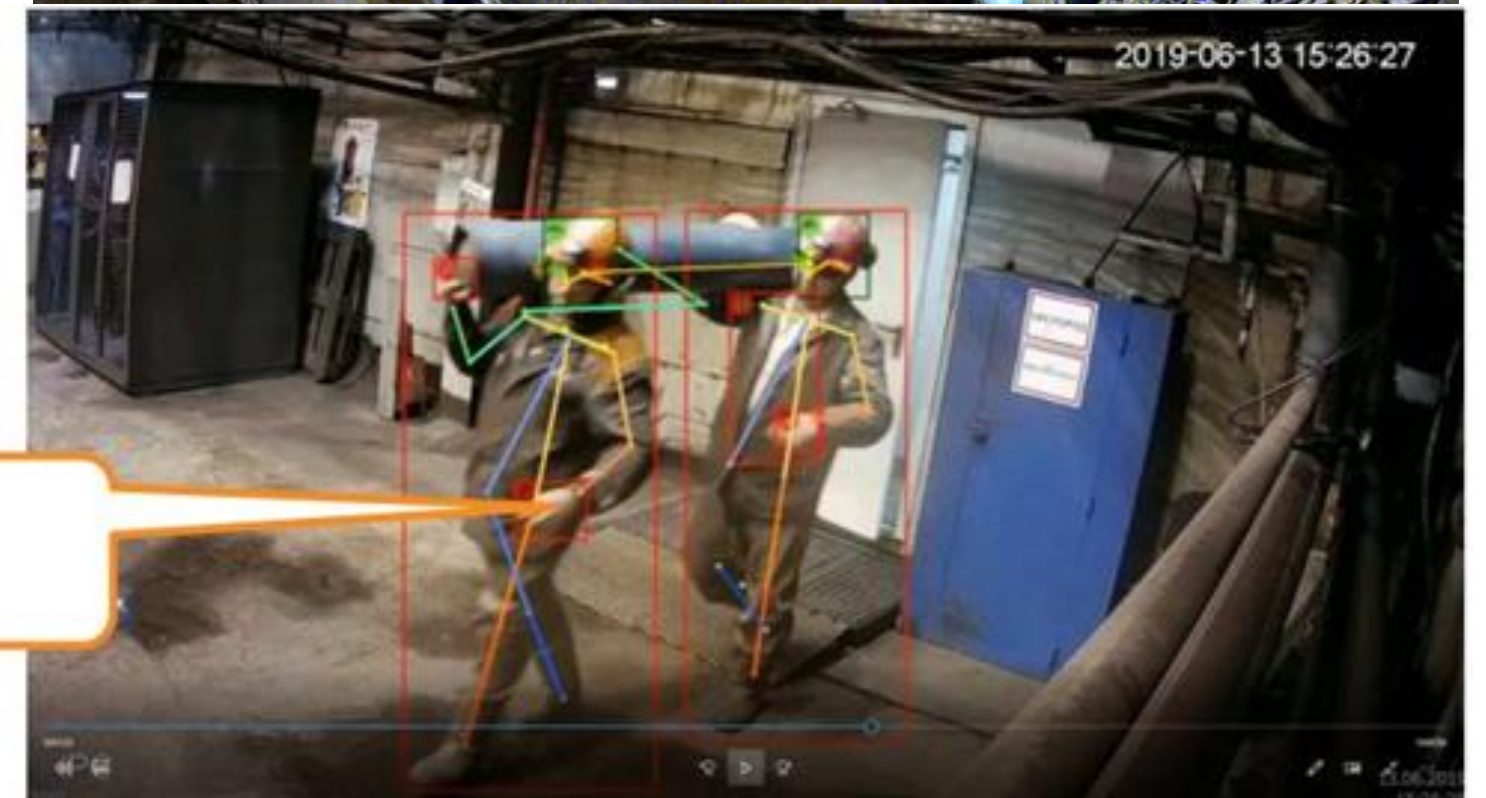
Расширение точек прохода по FaceID, NFC в СКУД



Определение нахождения людей в опасных зонах агломашин и поведенческая аналитика



Видеоизмерение фактической длины раскroенного проката в ССЦ



Кейс: аварийная остановка конвейера

Произошел порыв ленты №8.

Время простоя - 32 часа, потери производства - 8 тыс. тонн (22 млн руб)

Стоп-кадр камеры



Нейросеть



С использованием видеоаналитики время простоя составило бы ~3 часа, потери производства ~1тыс. тонн (2,7 млн руб.)



Построение предсказательной модели

Поиск связи выходных параметров со входными

Оптимизация

Построение алгоритма поиска оптимальных управляющих воздействий





Входные параметры концентратов и процесса

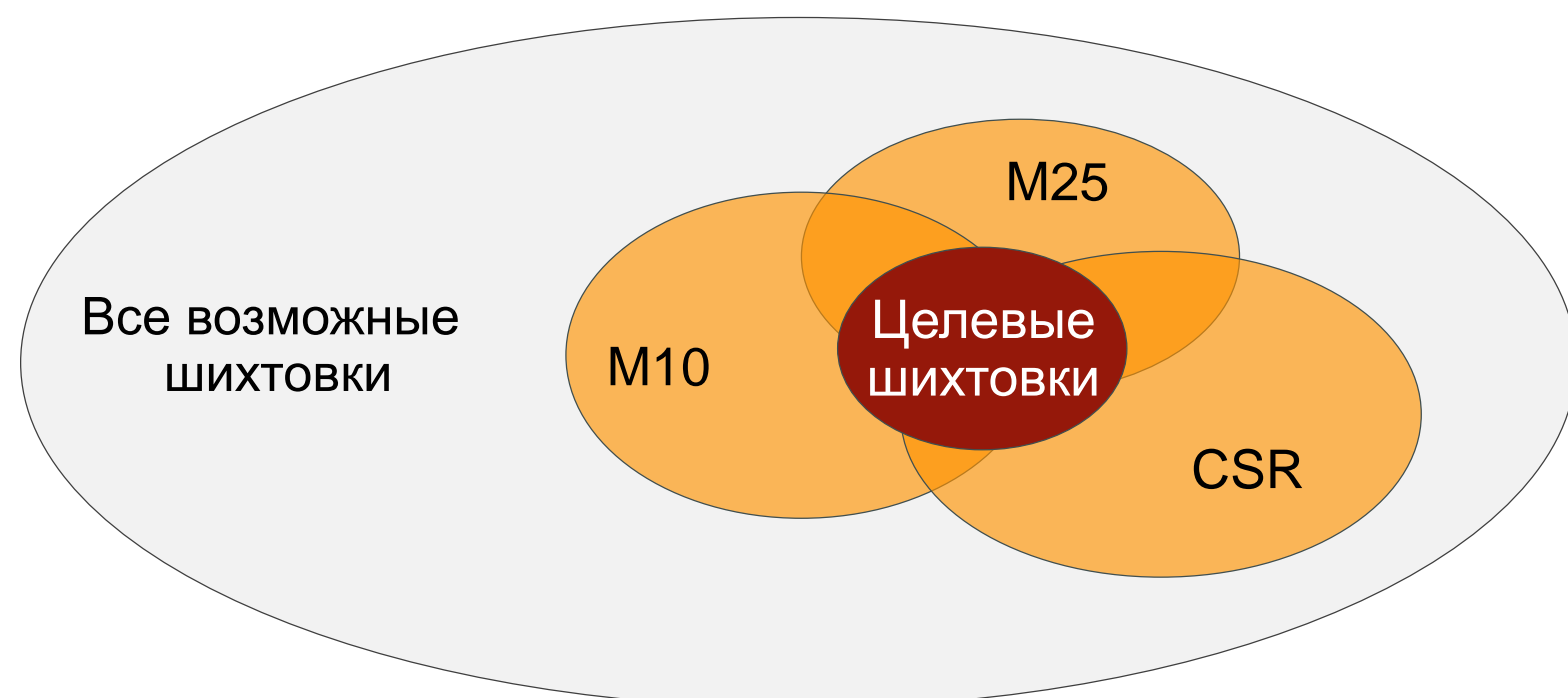
Концентрат

- Качественные параметры угольных концентратов: % серы, зольность, влажность, текучесть, относительный разброс параметров в пробе, и т.д.
- Процент участия каждого концентрата
- Параметры коксования: период коксования, процент мокрого и сухого тушения



Параметры кокса на выходе

- **M25** (холодная прочность)
- **M10** (стойкость к истиранию)
- **CSR** (горячая прочность кокса на выходе печи)



Оптимизационная задача:
минимизация затрат на шихту при достижении целевого качества кокса, обеспечении целевого уровня потребления собственных углей

Опции работы:
1. Оптимизация текущей шихты
Поиск оптимума "вокруг" текущей шихты, которая используется
2. Поиск общего оптимума
Подбор шихты без привязки к текущей шихтовке в работе (метод роя частиц для задачи глобальной оптимизации)

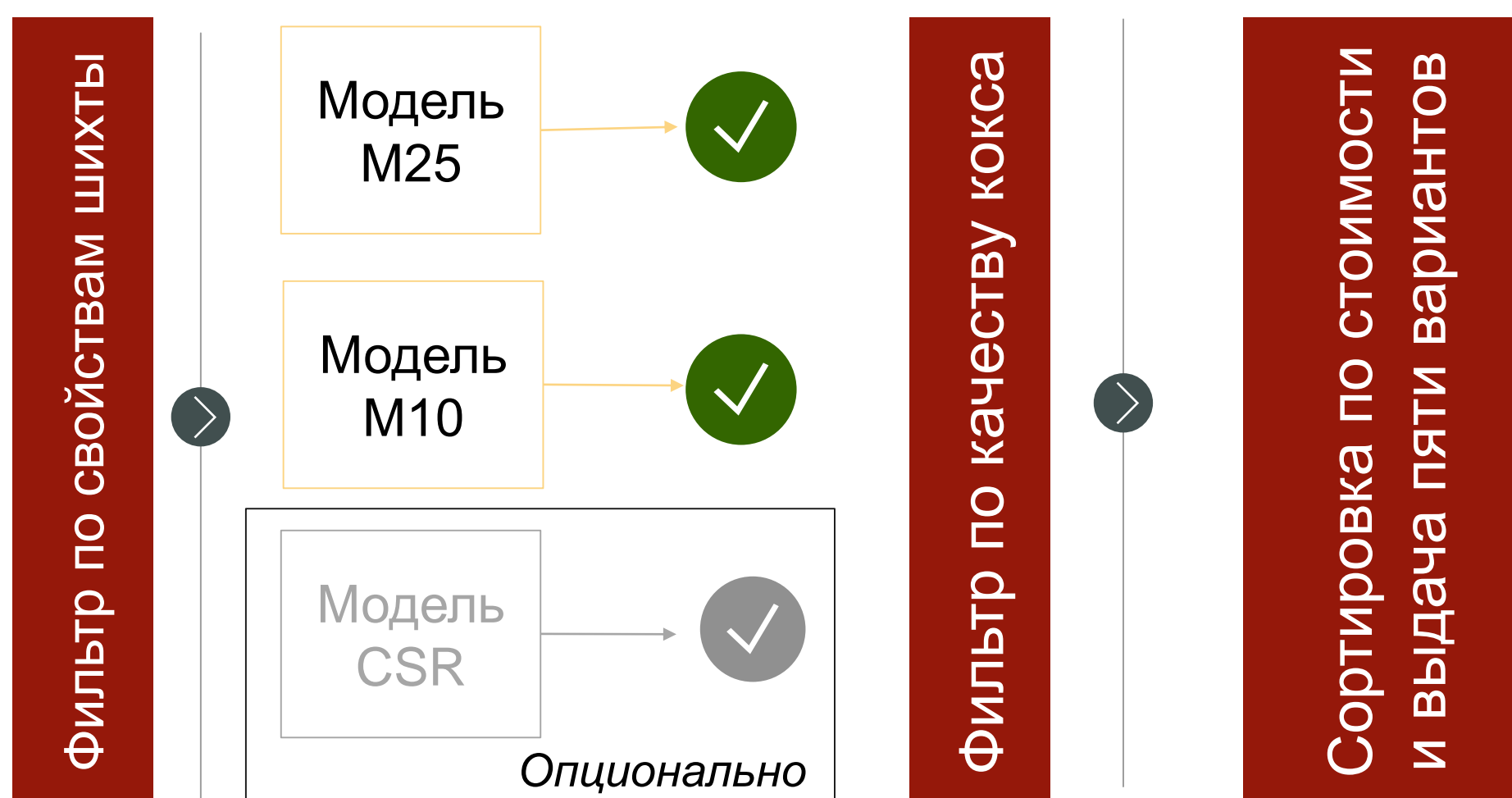
1 Составление возможных комбинаций ШИХТ

Марка	Силос	Свойства				МД
		Y	R ₀	Цена		
Расп ГЖ	18	20	0.82	...	aaa	10
Кузн ГЖ+Ж	21	27	0.93	...	bbb	0
			
Расп ОС	28	13		...	ccc	15

2 Расчет свойств шихты и исключение по ограничениям

Y	R ₀	Цена		собств.
19	0.83	...	xxx	94%

3 Оценка качества и исключение шихт с низким качеством



4 Выбор шихт

Кейс подсказчик ферросплавов ВОС (продвинутая аналитика)

Цифровой продукт, позволяющий снижать расход ферросплавов за счет повышения точности отдачи материалов, при работе относительно целевых значений по химическому составу стали. В ходе этапа **MVP** построены прогнозные и оптимизационные модели по следующим элементам: **Mn, Si, Cr, V, C**. Проведено тестирование подсказчика в режиме реального времени вручную на АКП, **сэкономлено ~40 кг ферросплавов** в среднем на плавку, подсказчик готовится к запуску на печь-ковше №2.

Номер плавки: 010002 Марка стали: 09Г2С Вес плавки: 165 т Вакууматор: Время начала плавки: 01.01.2020 04:38 Продолжительность: 01:32:22

НТД

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	Al	Ti	V	Ca	As	N	Mo	Nb	P	cEqual
Минимум	0.09	1.6	0.5					0.02									
Максимум	0.12	1.7	0.6	0.3	0.3	0.3	0.03	0.06	0.04	0.08	0.01	0.08	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01
Цель	0.11	1.62	0.52					0.04									

Замеры химического состава

Проба	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	Al	Ti	V	Ca	As	N	Mo	Nb	P	cEqual
0	0.09	1.54	0.53	0.02	0.05	0.1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.4	0.4	0.01	0.01	0.02	0.04
1	0.1	1.63	0.62	0.02	0.05	0.1	0.01	0.03	0.03	0.09	0.03	0.03	0.03	0.09	0.01	0.02	0.01
2	0.1	1.64	0.56	0.02	0.05	0.1	0.01	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01

Отданные материалы

Описание	Время последней отдачи	Последняя отдача	Факт	ЕИ
FeSi_35	01.01.2020 09:50:06	38	138	кг
FeSiMn_39	01.01.2020 09:53:31	71	171	кг
FeMn_97	01.01.2020 09:55:37	20	23	кг
FeCr-800	01.01.2020 09:58:54	40	117	кг
FeSi-65	01.01.2020 10:01:12	80	186	кг

Рекомендации

Описание	Рекомендация	ЕИ
FeSiMn_39	25	кг
FeMn_97	36	кг
FeSi_64	64	кг

*тестовый пример интерфейса



Команда проекта проводит опытно-промышленные испытания цифрового подсказчика по отдаче ферросплавов (на основе модели машинного обучения).

Кейс по оптимизации обогащения руды с применением Self-service и AutoML инструментов

Описание

- Системы искусственного интеллекта состоят из сложных конвейеров с обработкой данных, выбором гиперпараметров, моделей и деталей конфигурации, которые необходимо настроить для оптимальной производительности.

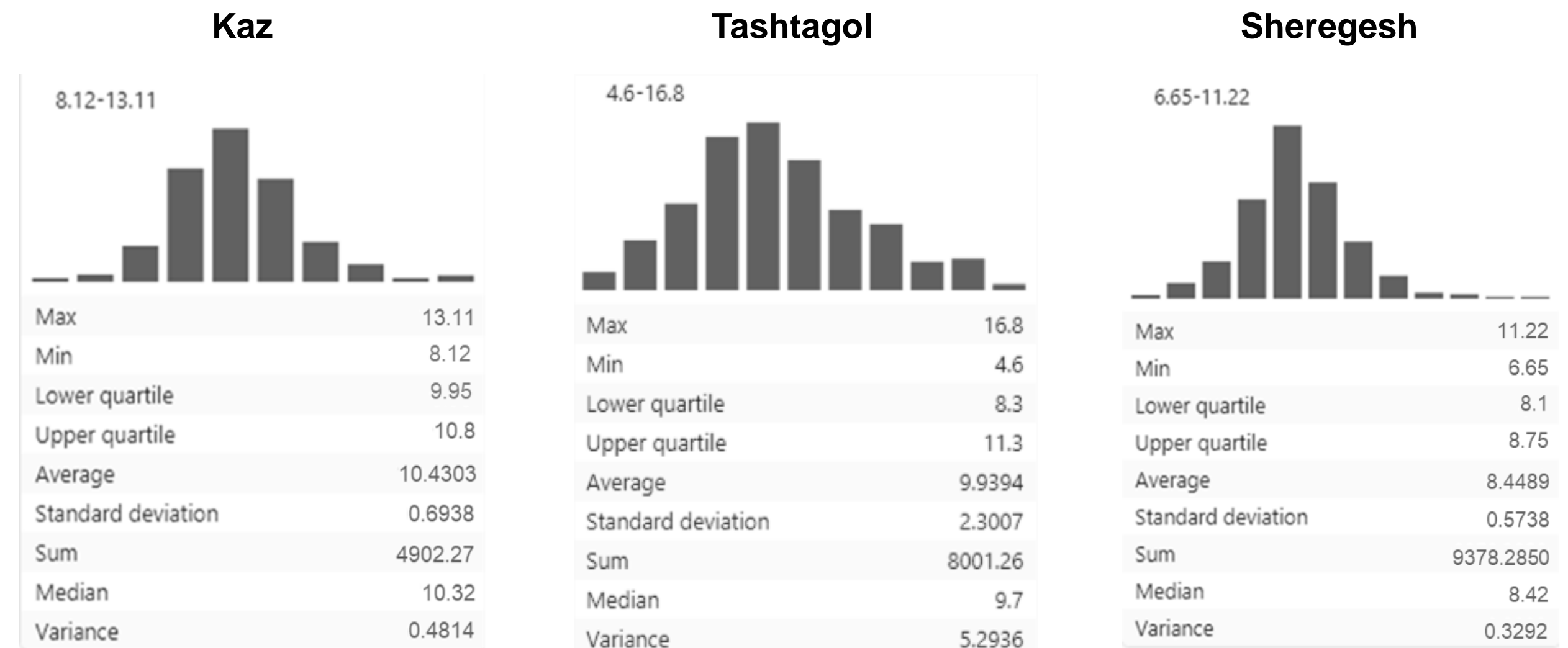
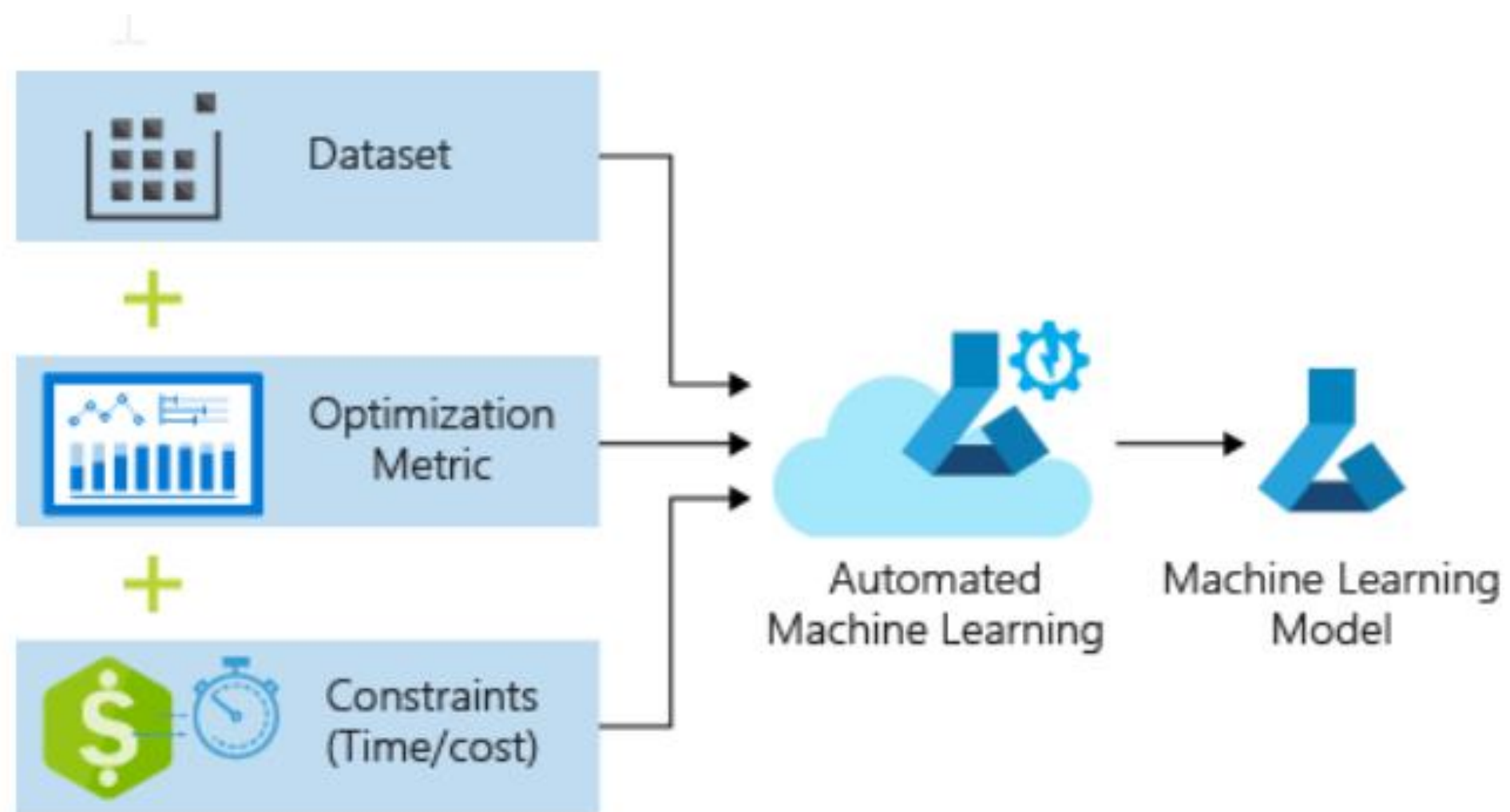
Решение

- EVRAZ успешно применил SSA-подход для разработки моделей оптимизации извлечения Fe при сепарации на обогатительных фабриках ЗСМК
- Моделирование почти полностью было проведено «гражданскими учеными по данным» - инженерами и технологами

Эффекты

- Инструменты AutoML позволяют профессиональным и непрофессиональным исследователям данных быстро создавать модели машинного обучения

Технология



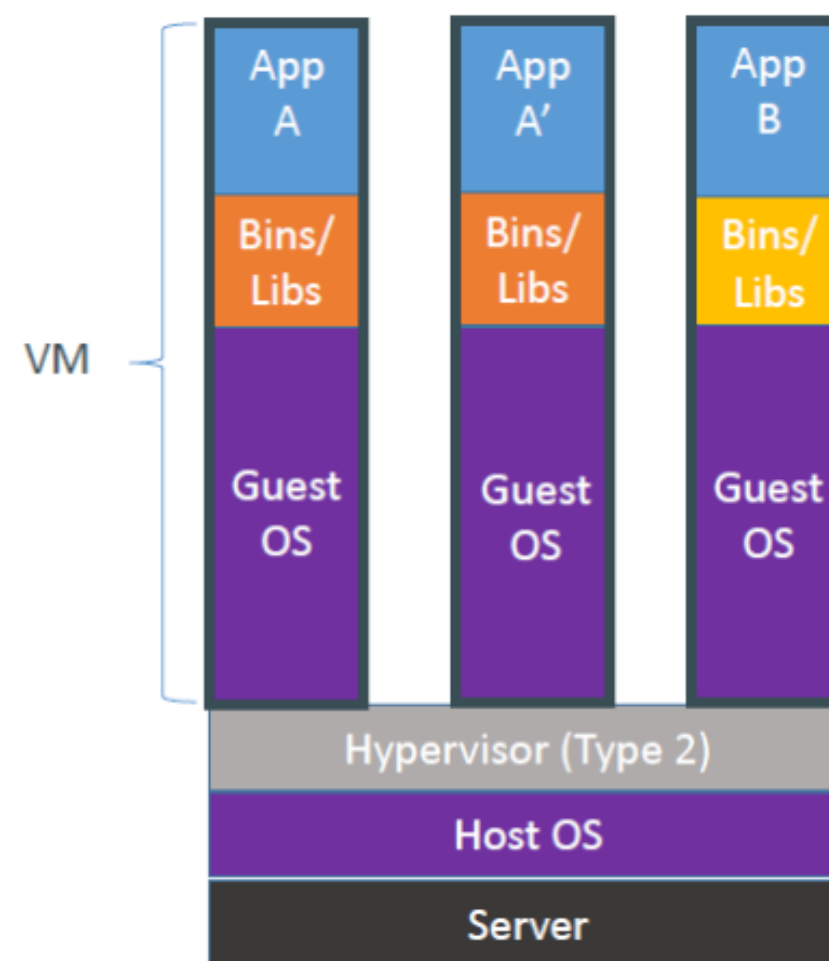
* Распределения потерь Fe хвостах

Приложение установлено на физический сервер



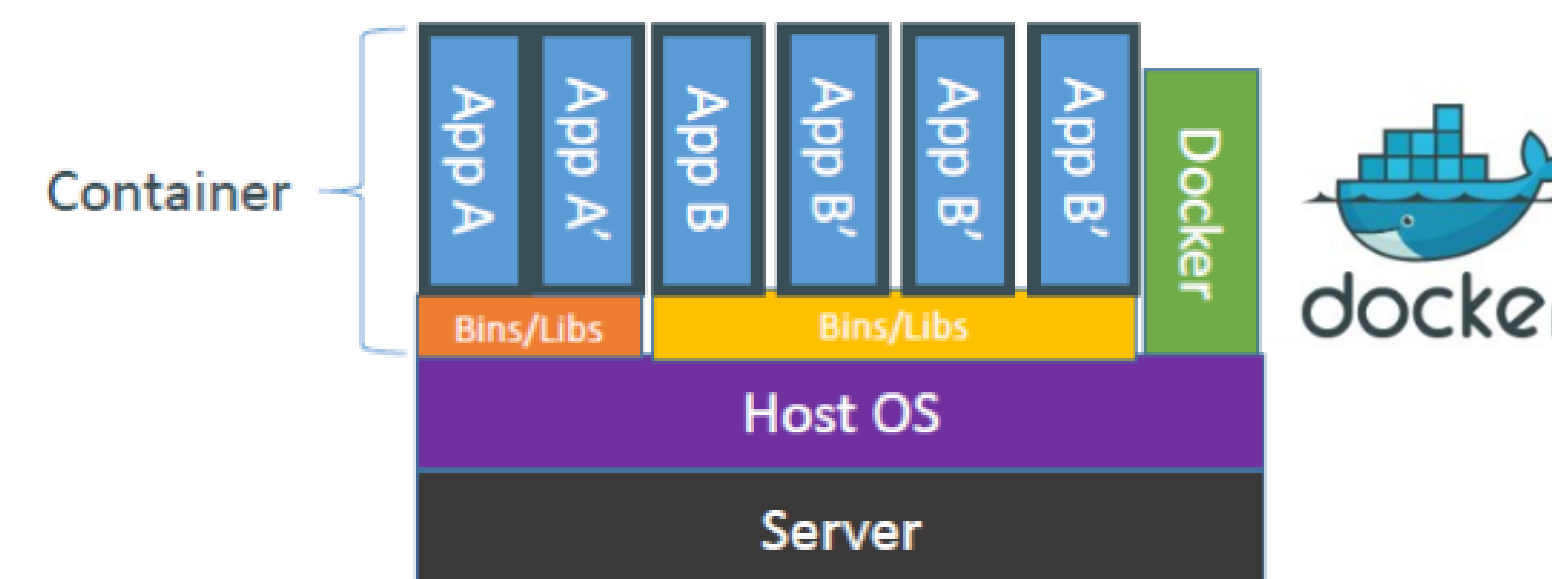
- Железные сервера, на которых работают приложения обычно утилизируются на 15 -20%
- Сложное управления при масштабировании и изменениях

Приложение установлено на виртуальный сервер



- Виртуальные машины увеличивают серверную утилизацию до 80 – 85%, но большой процент это затраты на ОС

Приложение упаковано в контейнер



- Контейнеры упаковывают приложения, увеличивая эффективность, но повышают сложность
- Контейнеры менее изолированы, но совместно используют ОС и где возможно библиотеки
- Контейнеры позволяют перейти к микросервисной архитектуре

Трансформация внутри ЦТ: стандартизация стека и чистота кода приводит к уменьшению числа ошибок и ускорению разработки

Обычное состояние

- Разнородный код
- Отсутствие документации
- Отсутствие тестов
- Связанный код



«МИНУСЫ»

- Долгий вход в проект
- Риски потери знаний
- Замедление разработки со временем
- Увеличение сложности разработки
- Ошибки в коде
- Долгая доставка приложений

Трансформация разработки

Целевое состояние

- Код-стайл и документирование кода
- Общие библиотеки и стандартизация стека
- Гексагональная архитектура, Software Engineering
- Автоматическое тестирование



«ПЛЮСЫ»

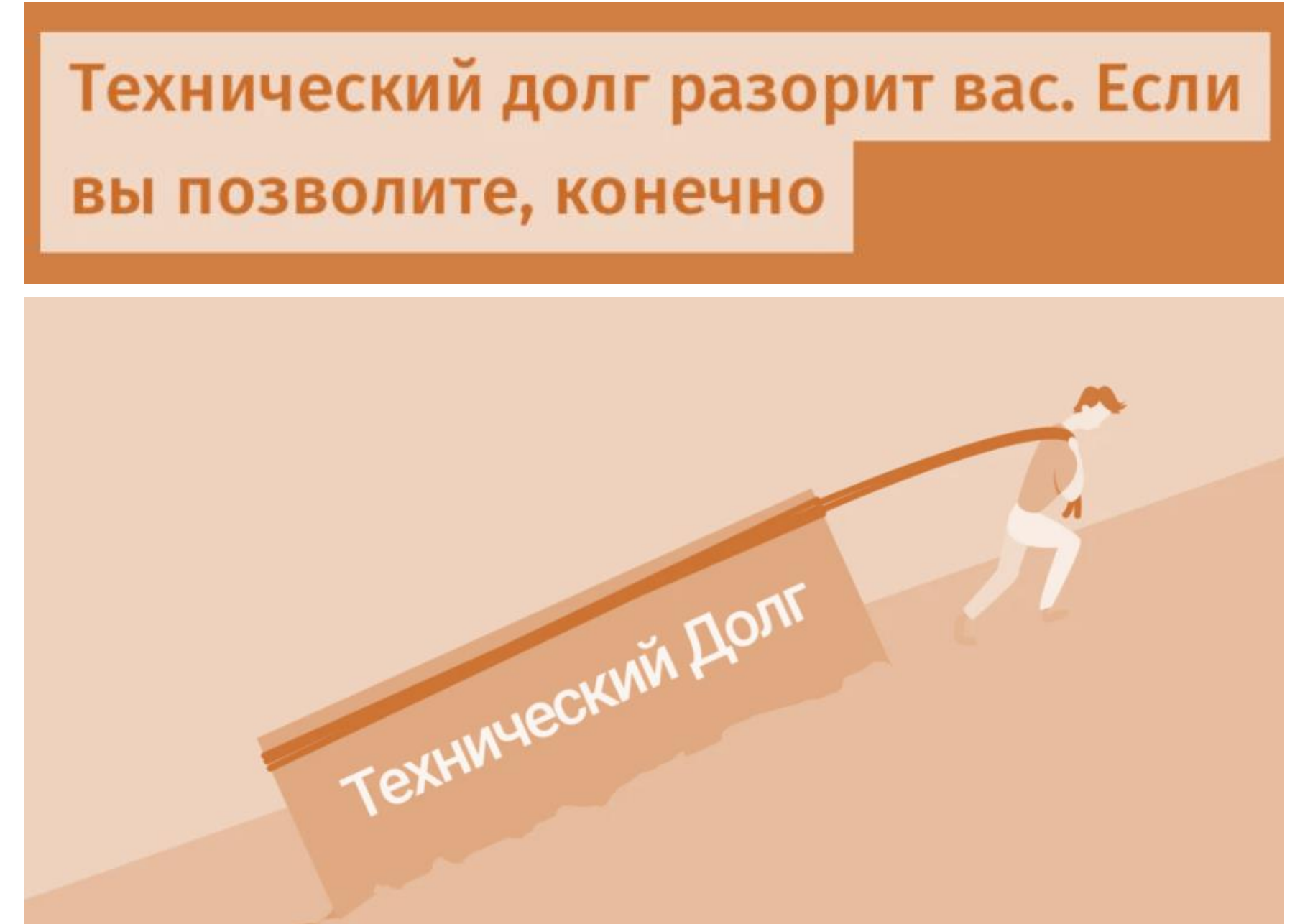
- Облегчение входа в проект
- Фиксация знаний
- Ускорение разработки
- Уменьшение числа ошибок
- Предсказуемость

Лавинообразный рост «техдолга» в проектах ЦТ ведет к удорожанию стоимости сопровождения и потери качества продукта

Технический долг — это метафора программной инженерии, обозначающая накопленные в программном коде или архитектуре **проблемы, связанные с пренебрежением к качеству при разработке программного обеспечения и вызывающие дополнительные затраты труда в будущем.** Технический долг обычно незаметен для конечных пользователей продукта, а связан с недостатками в сопровождаемости, тестируемости, понятности, модифицируемости, переносимости.

В нашем случае «техдолгом» является:

- Несоответствие кода внутренним стандартам разработки
- Использование несогласованного в архитектуре инструментария и технологического стека
- Отсутствие автоматизированного конвейера DevOps и интеграции тестирования
- Недостаточное покрытие модульными тестами
- Отсутствие средств мониторинга и контроля для эксплуатации
- Неполная документация и техническое описание решения

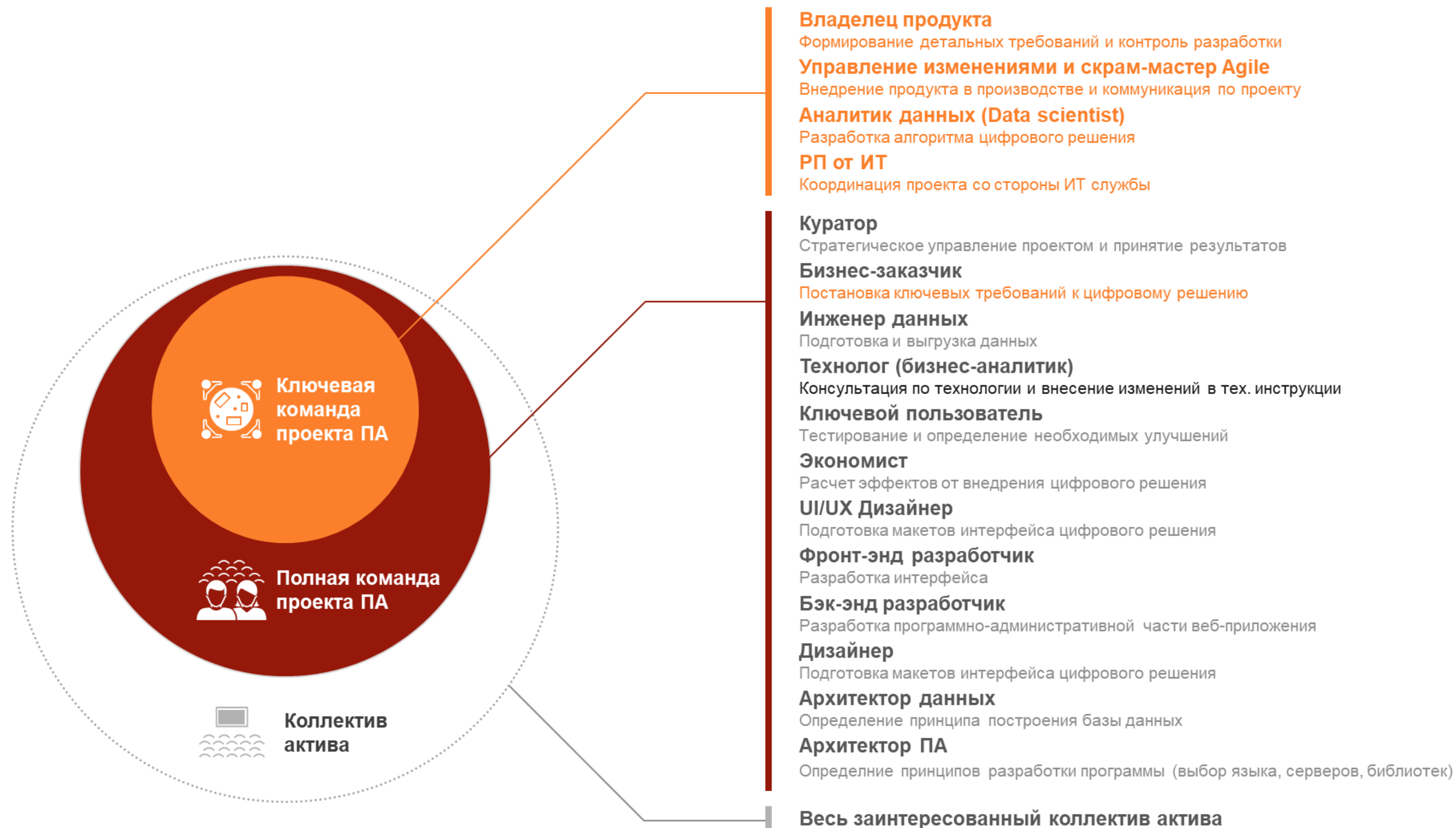


В ряде проектов ЦТ для максимизации получения экономического эффекта допускается устранение «техдолга» после завершения проекта в рамках задач сопровождения и реализации дальнейших мероприятий по приживаемости продукта.



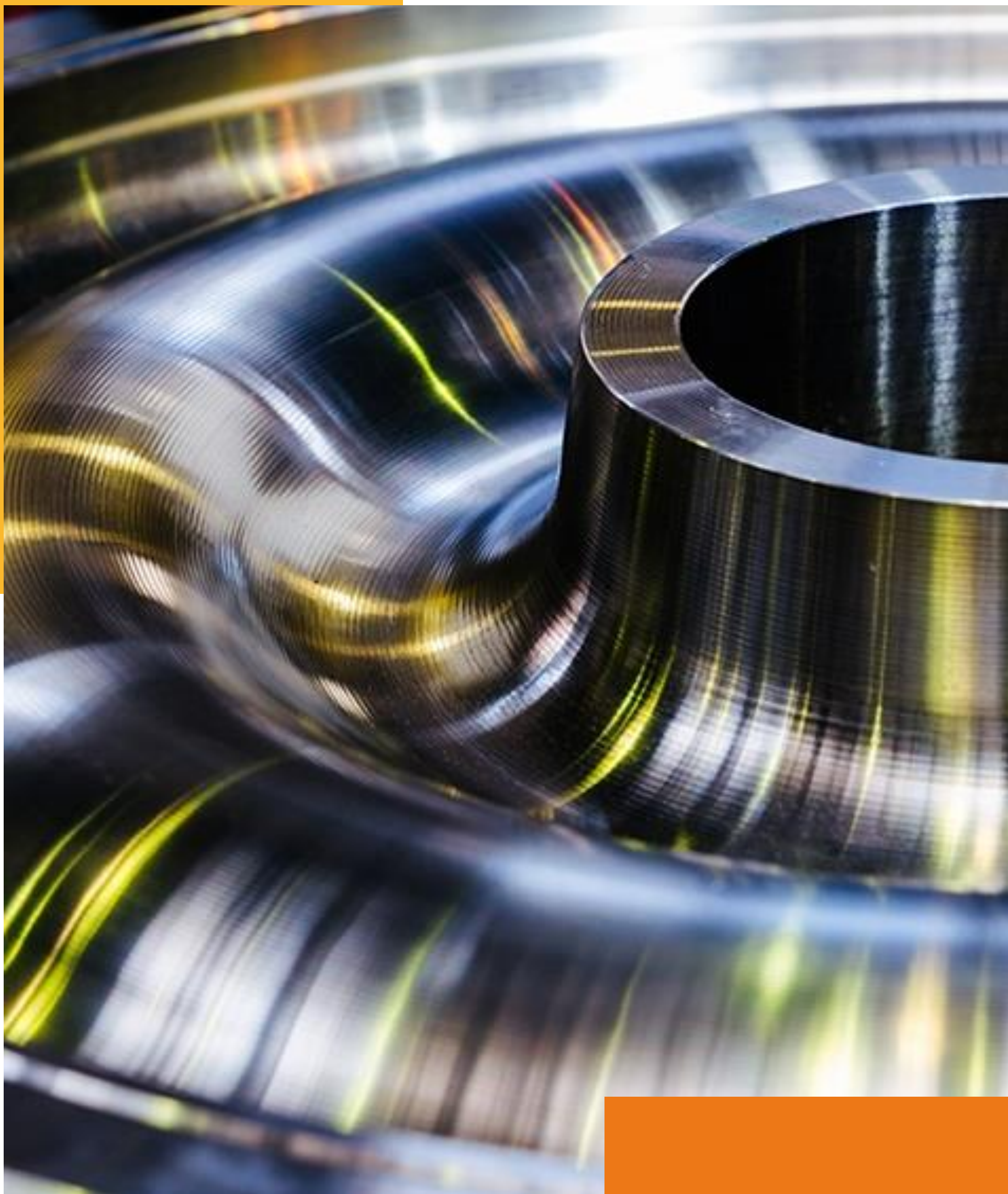
Успешные проекты

Для успешной реализации проектов ЦТ необходимо вовлечение ключевых участников



Необходимые критерии для успешного развития проектов по цифровизации

- 1** **Digital Product Owner** – владелец продукта знает, как получить эффект от решений ЦТ, вовлечен в разработку и управление командой
- 2** Выбор проекта должен основываться на потенциальном **экономическом эффекте**
- 3** Организация работы команды в формате **Agile** (руководитель подразделения, заказчик, владелец продукта, технолог/СТТР, Аналитики данных, Разработчики ИТ, пользователи продукта)
- 4** Достаточность ресурса и экспертизы **Центра компетенций по Data Science** (аналитики и инженеры данных)
- 5** Модель **финансирования** пилотных проектов для быстрой проверки гипотез
- 6** Наличие **ИТ-инфраструктуры и цифровых инструментов** для внедрения и поддержки проектов



**Спасибо
за внимание!**