



# Применение цифровых инструментов через призму Lean Thinking



Бочкарев Павел Иванович



26.02.2019



## ***Executive summary презентации***

**В условиях среднего по РФ уровня автоматизации, наиболее целесообразны инструменты, помогающие персоналу принимать управленческие решения.**

**Искать правильные точки имплементации современных технологий проще всего через призму 8 видов потерь и стандартные инструменты lean-диагностики.**

**Основную проблему – низкий уровень компетенций в области новых технологий – целесообразно решать создавая центры экспертизы внутри компании.**

**Наиболее актуальные технологии:**

- Алгоритмы математической оптимизации;
- Машинное обучение (в задачах прогнозирования и поиска первопричин);
- Компьютерное зрение.



# ЧерМК (ПАО «Северсталь») – один из крупнейших интегрированных заводов по производству стали в мире



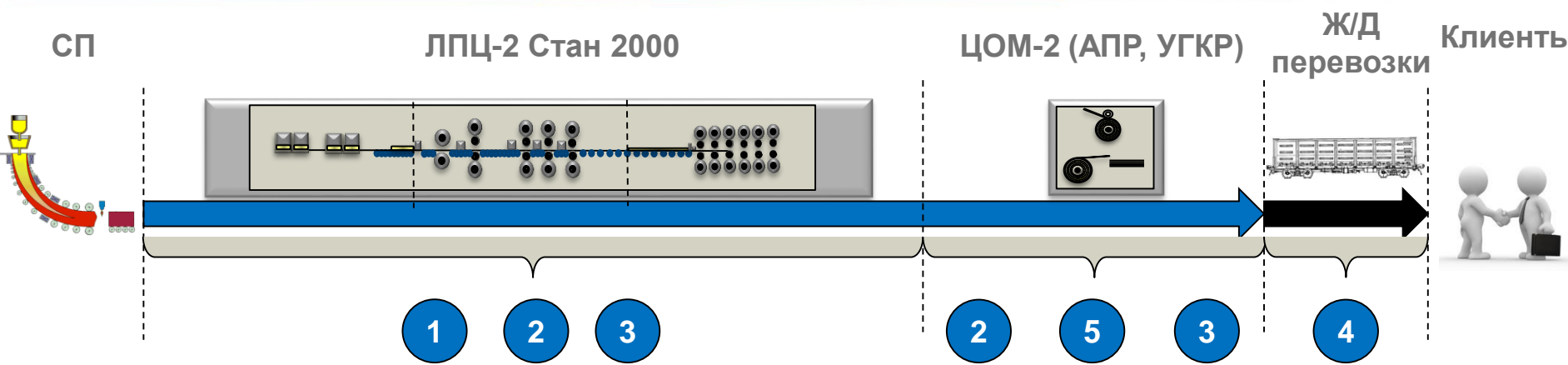
## Конверторное производство:

- 3 конвертера (400 тонн),
- 1 установка десульфурации чугуна,
- 4 установки доводки металла,
- 2 установки печь-ковш,
- 1 вакууматор танкового типа VD-OB,
- 5 слабовых установок разливки,
- 1 машина огневой зачистки слабов.

Продуктом конверторного производства является «сляб»:

- Толщина от 200 до 315 мм.;
- Ширина от 1020 до 2000 мм.;
- Длина от 5000 до 10200 мм.

# Состав проекта «Совершенствование потока создания ценности в соответствии с требованиями клиента» в потоке СП - ЛПЦ-2 - ЦОМ-2




1	Подпроект «Организация вытягивающего производства»	Изменение основного процесса (материального потока) – реализация принципов выравнивания, вытягивания и приоритизации в процессе производственного планирования
2	Подпроект «Качество в потоке»	Выработка мероприятий по улучшению качества, направленных на устранение причин срыва сроков исполнения заказов
3	Подпроект «5С»	Настройка сопутствующих процессов (функций) под нужды материального потока в точках соприкосновения
4	Подпроект «Доставка металлопроката»	Реализация мероприятий для удовлетворения персональных требований клиента (канбан, скорость доставки, точно-во-время)
5	Подпроект «Освоение и внедрение новых перспективных марок металлопроката»	

 Реализуются в рамках КФП с клиентами

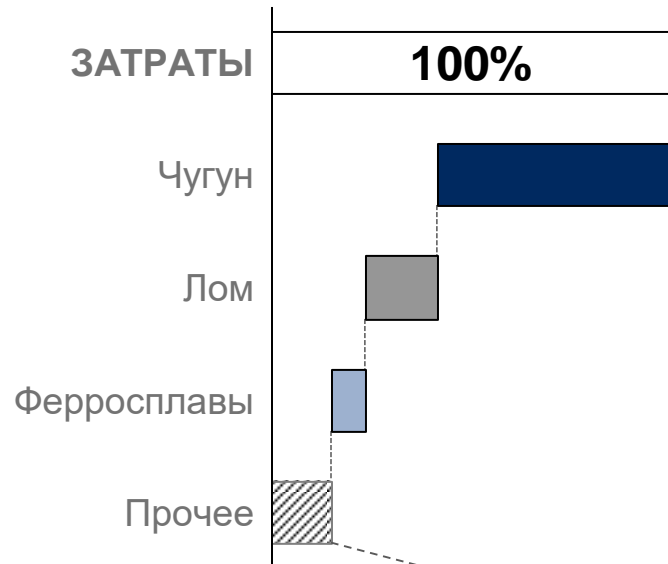


## Конверторное производство – один из наиболее сложных металлургических процессов

- 
- Более 300 параметров обработки;
  - До 7 производственных этапов;
  - До 18 легирующих элементов химического состава металла.

# Эффективное производство – низкие затраты и довольные клиенты

## Иллюстративно



С точки зрения технологии процесса, ключевыми управляемыми на данном участке можно считать примерно **10%** затрат



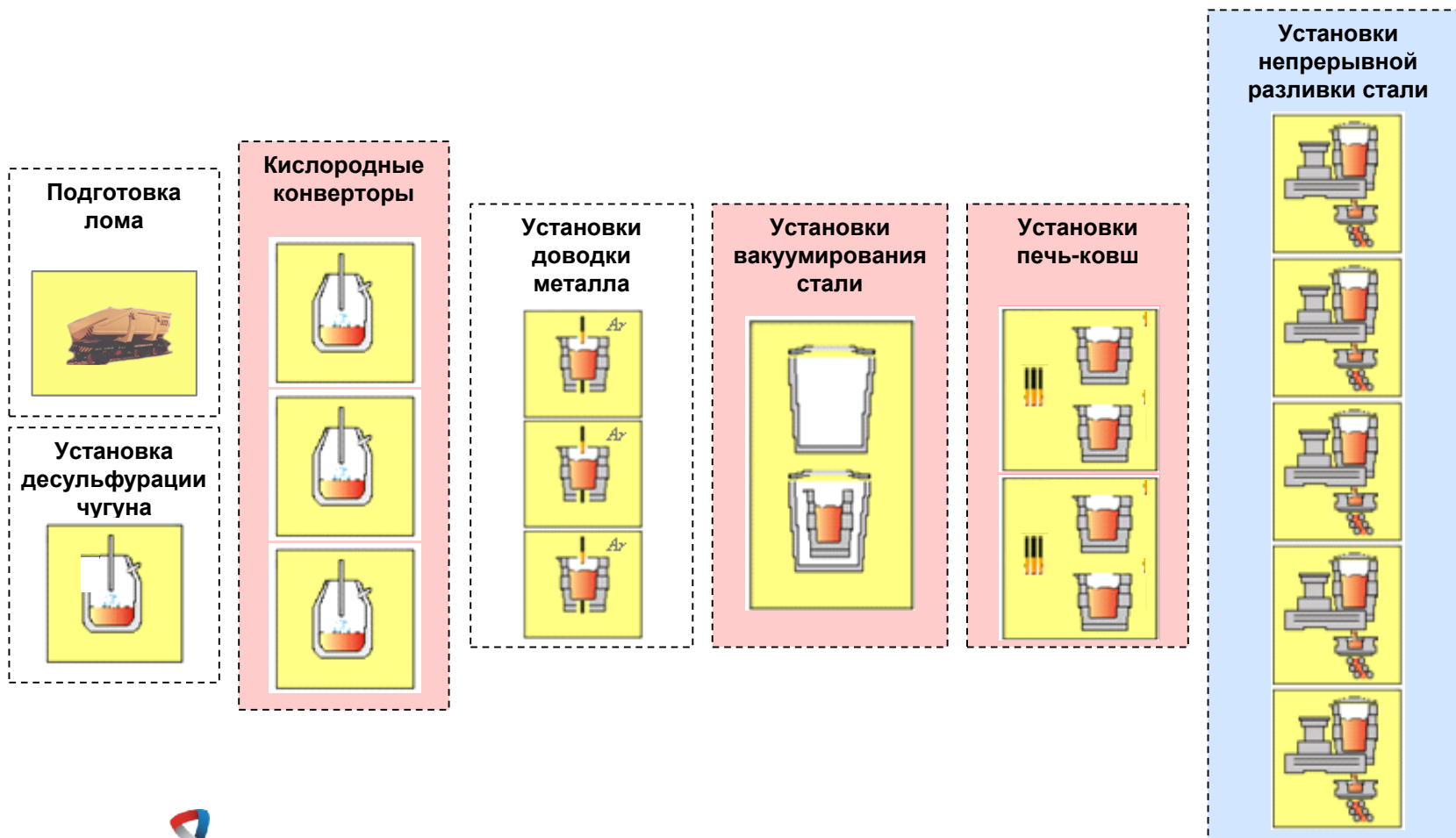
Наш клиент – следующий производственный участок - удовлетворен на **84%**

# Фокус на ключевых процессах – залог успешного внедрения новых технологий



**3 точки** в процессе определяют объем управляемой части затрат

Удовлетворенность клиента определяет результат работы **финального процесса**

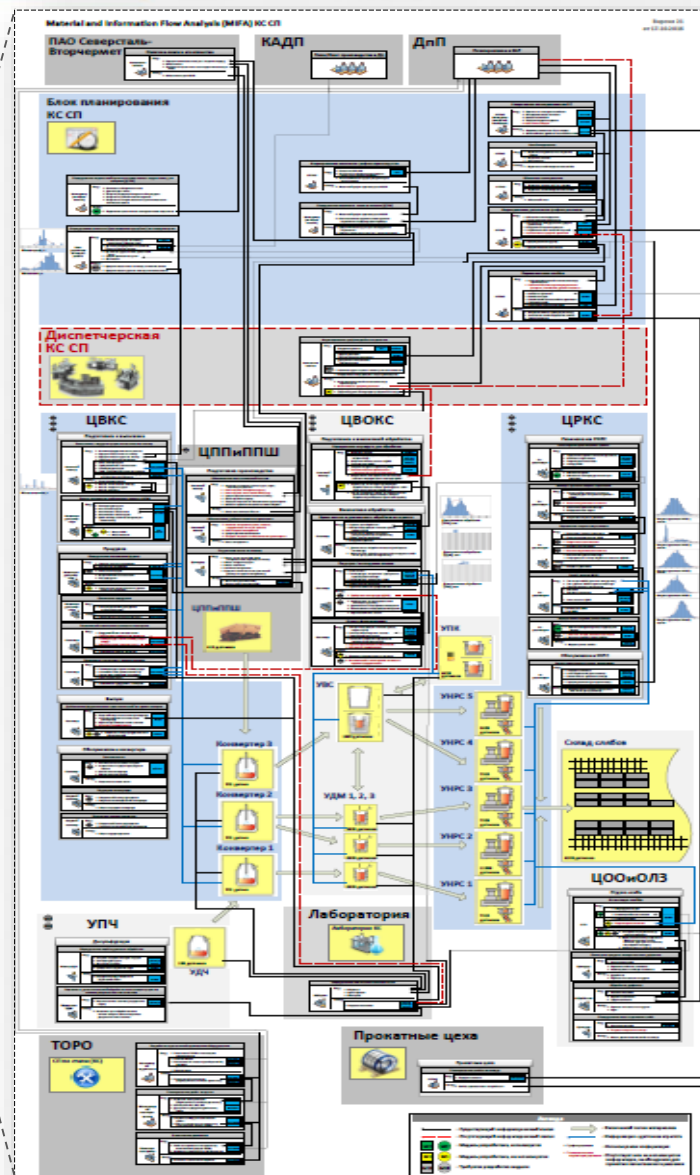


# «MIFA» – ключевой инструмент для определения правильных точек приложения усилий

Задача MIFA – выявить логику и данные, на основании которых принимаются ключевые решения

## Базовые вопросы в рамках интервью:

1. Как и на основании каких **данных** вы управляете процессом и откуда у вас эти данные?
2. Какие существуют проблемы в управлении процессом? Чего не хватает?
3. Каков идеальный результат вашей работы?

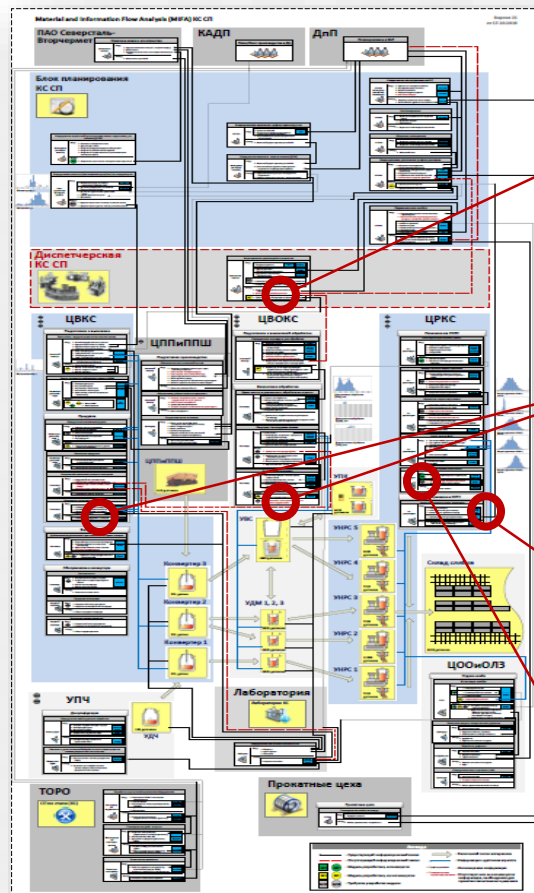




# На карте MIFA видны точки, где принятие решений может происходить неэффективно



По результатам диагностики MIFA было выявлено 38 потенциальных зон для улучшения. 4 из них были выбраны как наиболее приоритетные:



**Проблема 1:** диспетчер не может в голове выбрать лучший вариант графика из  $80^{15}$  возможных

**Проблема 2:** сталевары не могут точно рассчитать минимально-необходимое количество ферросплавов

**Проблема 3:** необходим дополнительный осмотр металла для подтверждения отсутствия дефектов

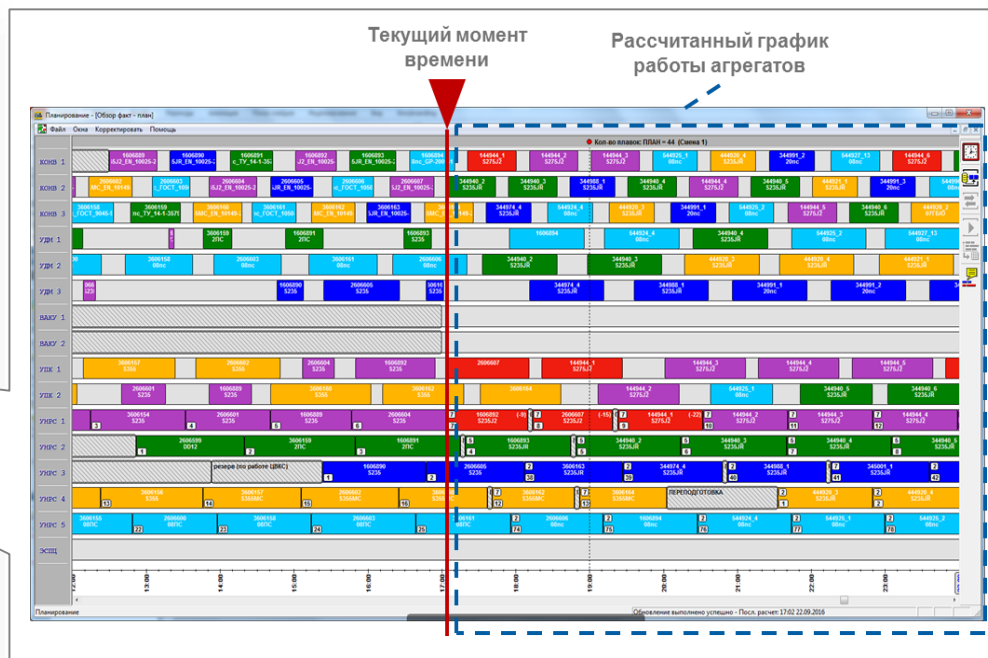
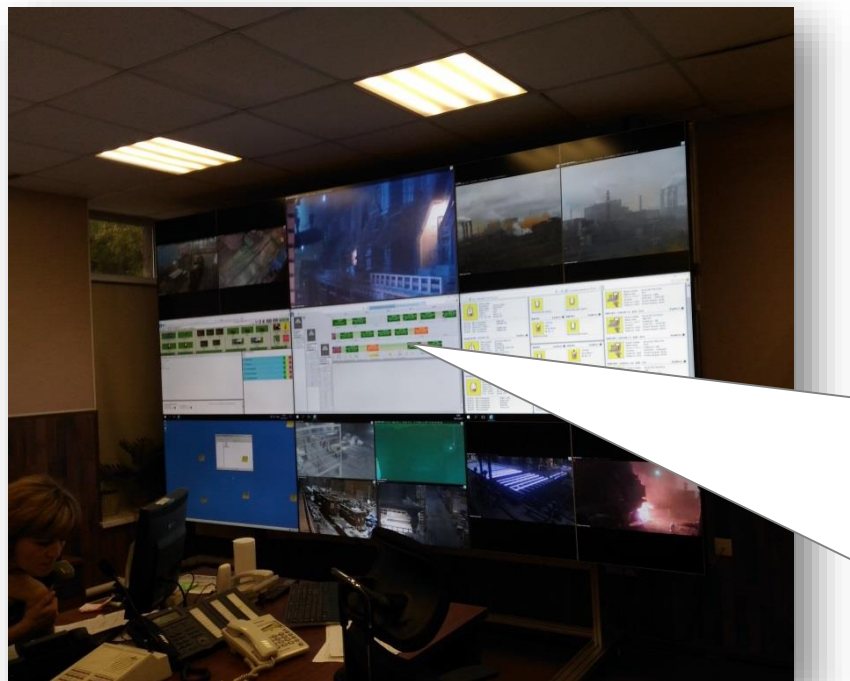
**Проблема 4:** отсутствует прямой контроль за соблюдением регламента работ



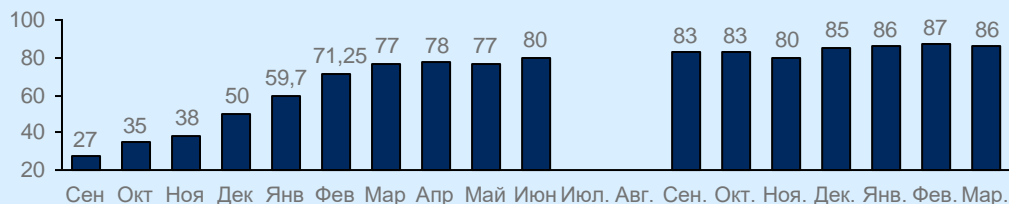
# Оптимизатор планирования



Разработана программа-планировщик оптимального графика работы конвертеров и агрегатов внепечной обработки, выбирающая оптимальную технологию и обеспечивающая 100% выполнение графика разливки



Следование графику задувок в сентябре 2016 – марте 2018, %



Достигнутый эффект:

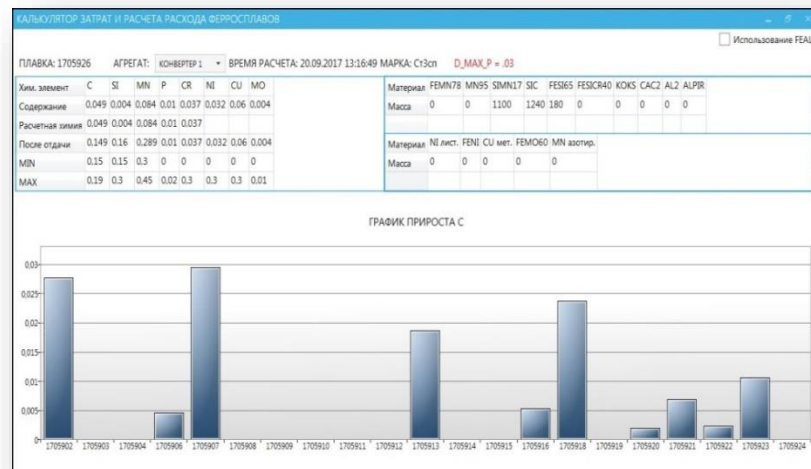
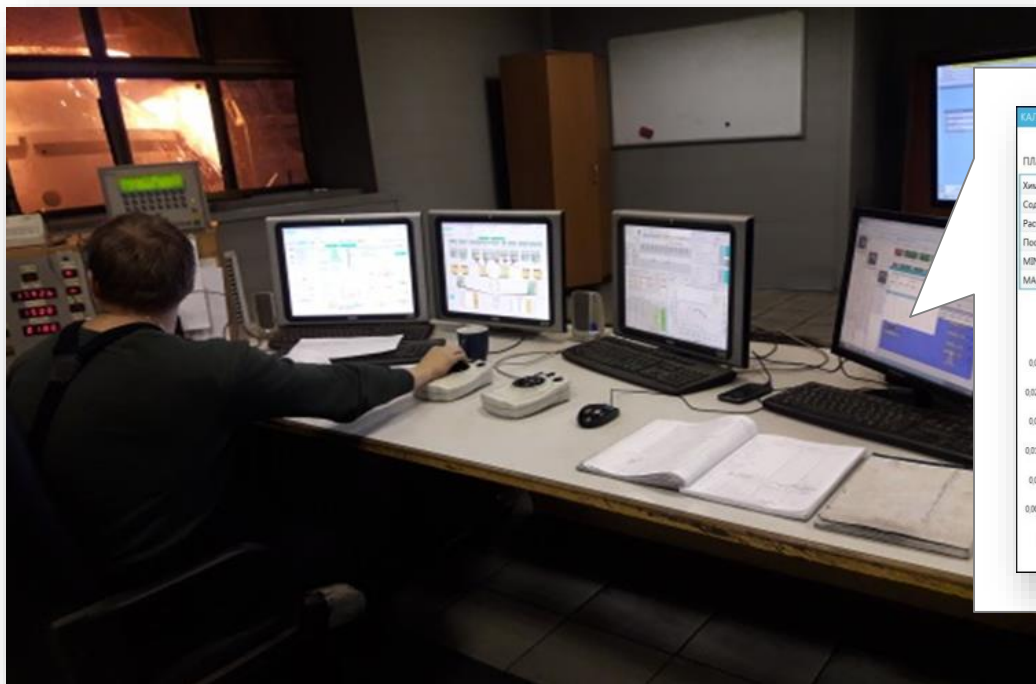
Увеличение On Time In Full (OTIF)

**+6%**

# Модель оптимизации расхода ферросплавов



Разработана программа, выполняющая автоматический расчет необходимых навесок ферросплавов в ЦВКС и ЦВОКС, которые обеспечивают требуемый химический состав и исполнение технологии производства при минимальной стоимости



Экономический эффект, млн.руб. в год:

Снижение расхода ферросплавов на легирование стали

**Более  
100**

Сопутствующий эффект:

Снижение доли непопаданий в клиентское соглашение по C, Si, P (по 1-ой пробе)

**в 2 раза**

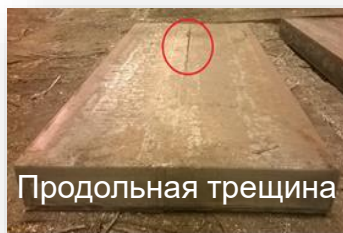
Снижение доли непопаданий в клиентское соглашение по Mn (по 1-ой пробе)

**в 5 раз**

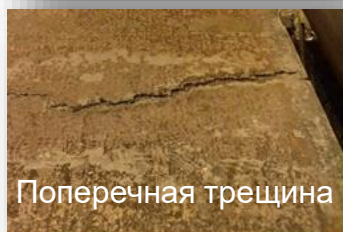
# Модель прогнозирования трещин



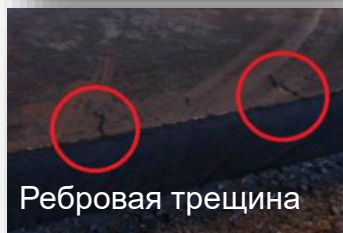
Разработаны 3 модели (machine learning) прогнозирования вероятности возникновения трещин на слябах. Система автоматически выделяет для контроля только слябы с высоким риском образования трещин, что позволяет полностью исключить пропуск дефектов на следующий передел



Продольная трещина



Поперечная трещина



Ребровая трещина

Material Confirmation (11.3.1.2.1)

Filter

Select First 100 Pieces ☐ ЛГ

Product Type:  Steel Grade:  Out Standard Machine:

Casting slab N°:  Commercial Grade:  Enable Blinking: ☐

Current Slab N°:  Quality:  Scheduled Prod Strategy:

Heat ID: 266038 Plan PO Id:  Actual Prod Strategy:

SO Descr:  Produced From: 17.08.2016

Cert Group:  Produced To: 01.09.2016

Piece in Stockyard: Exist Piece Test Result:

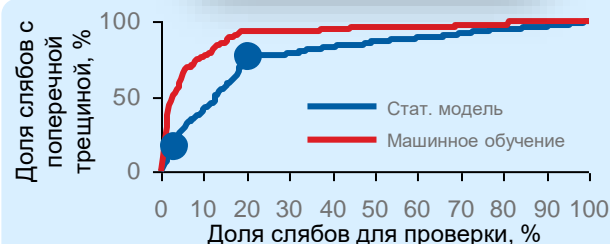
Excessive Note	Actual Production Strategy	Production Strategy	Probability NP Rolling Shop	By Client Order	Auto OK	Ver Tresh Prob. %	Ver Tresh Prod. %	Ver Tresh Pop. %
1	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	12.5	31.3333333	22.3333333
2	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	12	32	22.6666666
3	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	12	31	22
4	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	14	25.3333333	22.6666666
5	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	13.5	26	22.6666666
6	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	15	28.6666666	22.3333333
7	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	15.5	32.6666666	19
8	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	15	33	19.6666666
9	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	15.5	33.3333333	18
10	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	17.5	31.6666666	18.6666666
11	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	17.5	32.3333333	18.6666666
12	Транзит	Транзит	оностр./трещина (0,02117)	OK	OK	17.5	30.6666666	18.6666666

Test Result Not OK Test Result OK Test Result Not Defined

Piece detail Certification Group Sales Order Production Order Set Confirmation Reset Confirmation

Menu Bar Quick

Downgrade Out Standard Change Quality Attestation Chemistry Ready to Ship Choose Piece Letter Change Type Attestation View Strategy Reasons PassportHeat PassportHeat Config AutoAtt Refresh Exit



Эффект от внедрения моделей:

Снижение количества дефектов последующего передела

10%

- Продольная трещина (AUC ROC\* – 0,874);
- Поперечная трещина (AUC ROC – 0,922);
- Ребровая трещина (AUC ROC – 0,943).



# Модель фиксации наличия защитной трубы

Разработана и развёрнута программа автоматической фиксации наличия защитной трубы при разливке на существующих видеокамерах

## Принцип работы модели:

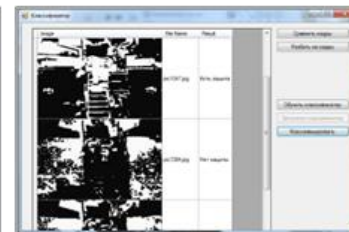
1. Получение изображения

2. Выделение необходимой области

3. Бинаризация изображения

4. Обучение модели

5. Распознавание изображения



Нейронная сеть - Deep Belief Network (Open CV)

Точность распознавания – 90%

Дополнительный алгоритм подсчета частиц в кадре

Экономический эффект, млн.руб. в год :

Снижение объема н/п по причине  
неметаллических включений

4

# Спасибо за внимание