



Digital Twins в Industry 4.0. Российские аналитические технологии на службе промышленного предприятия

Отрасли-драйверы, которые способны стать мощнейшими центрами трансфера новых цифровых идей и знаний – кто они?



КУТЛАХМЕТОВ Ринат Ильгизович

CEO (Chief executive officer)
CKO (Chief knowledge officer)

AVC Consulting | МОСКВА

DIGITAL. Industry 4.0

>20 лет | 32 проекта

Базовые компетенции:

Big Data | Data Mining | KDD,
APS | DDMRP,
DSS | SPC и др.

Крупные клиенты:



Operational excellence. Системные проекты



**Производительность труда и
поддержка занятости**

Национальный проект



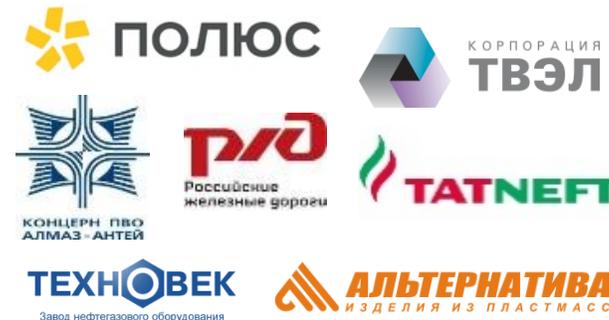
Operational excellence

>15 лет | 41 проекта

Базовые компетенции:

T-TPS | TFM | TCM,
QFD | FMEA и др.

Крупные клиенты:



Knowledge creation

Специализированный курс «Производственный и операционный менеджмент. Операционное совершенство». УМК для курсов MBA.

Авторские методики:

- ПРОФИ (2008) – инструмент постоянного совершенствования
- Схема ПСПЦ (2012) (поток создания потребительской ценности)
- Loginom Smart Manufacturing (2019)





Digital Industry 4.0



Внедрение цифровых инноваций в физический мир промышленного предприятия



Промышленный
IOT



Операционная
эффективность



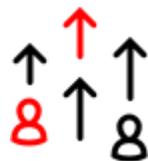
Банк сценариев
и маркетплейс



Управление данными



Цифровой
двойник



Клиентский
опыт



Big
Data



Что мы делаем



аудит хранилищ
данных и BI
систем



создание
data-
продуктов



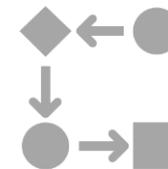
дизайн,
проектирование и
разработка визуальной
аналитики в Tableau



экспертная
поддержка



построение
аналитических
хранилищ данных



разработка корпоративных
стандартов визуальной
коммуникации



**Крупнейшая компания в
Евразийском регионе по
добыче и переработке
природных ресурсов**

Цель проекта

Применение технологий AI в промышленности:

- Цифровые модели режимов работы плавильной печи – Digital Twins.
- Оптимизационные модели повышающие управляемость процесса плавки Me и увеличивающие объемы выпуска готовой продукции.
- Повышение надежности технической системы.

Проблема

В процессе эксплуатации выявлено **18 типов** отклонений режима работы объекта от эталонного.

Каждое событие сопровождается повышенным потреблением электроэнергии и отклонением качеством полученного продукта.

Существует большое количество комбинаций из дестабилизирующих факторов, приводящих к технологическому расстройству (более 100 параметров).

Временные ряды телеметрии содержат значительное количество шумов и ошибок.

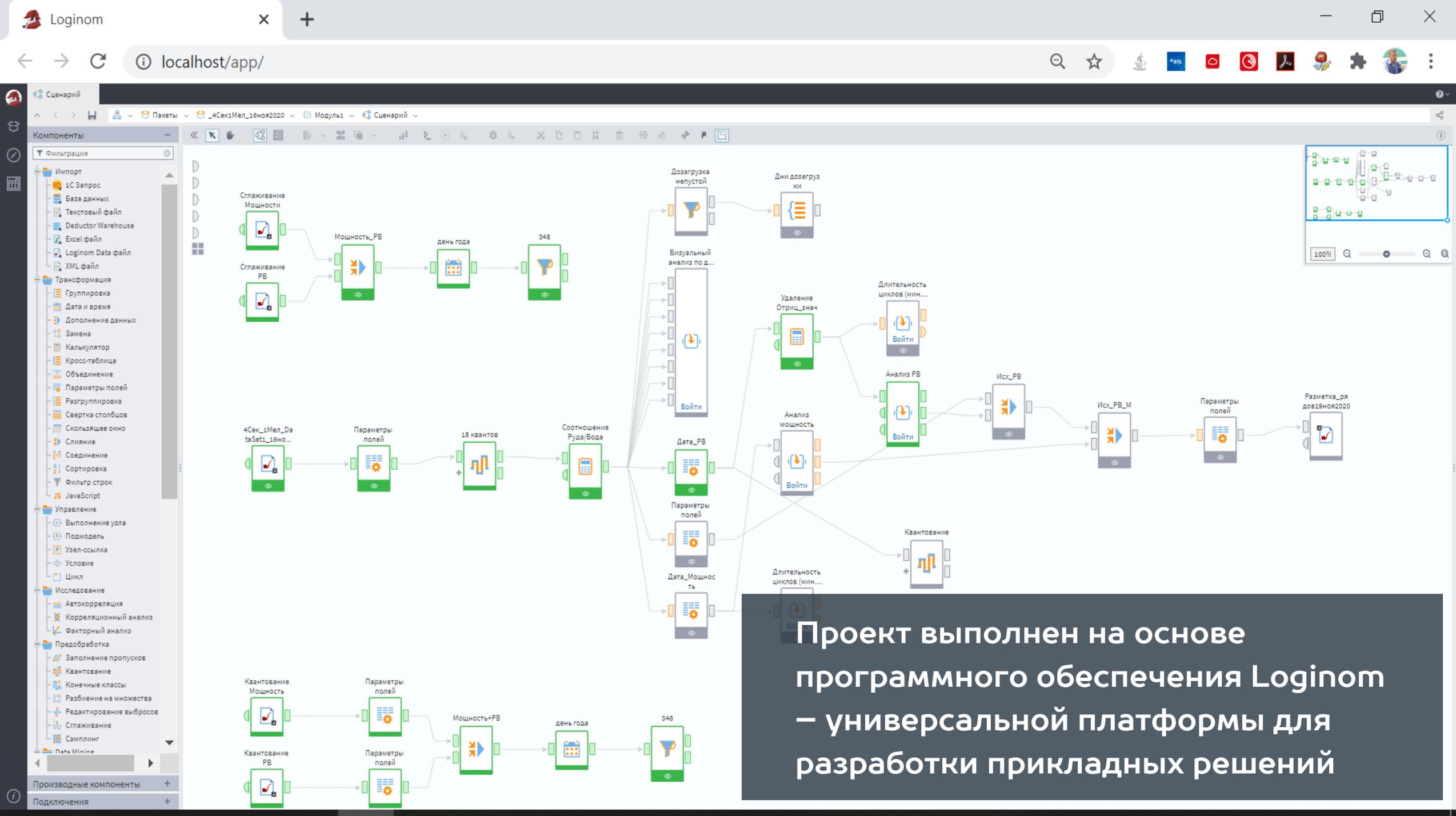
Входные данные (более 200 параметров)

- Параметры электрического режима плавильной печи
- Компонентный состав шихты
- Режимы работы технической системы.
Правила и ограничения

Данные о режимах работы всех компонентов системы записываются в базу данных MS SQL каждые 10 секунд.

Задачи

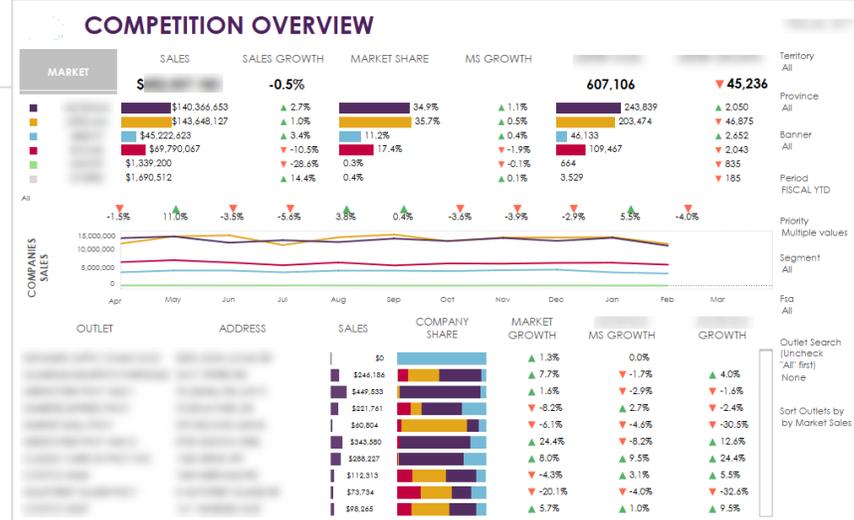
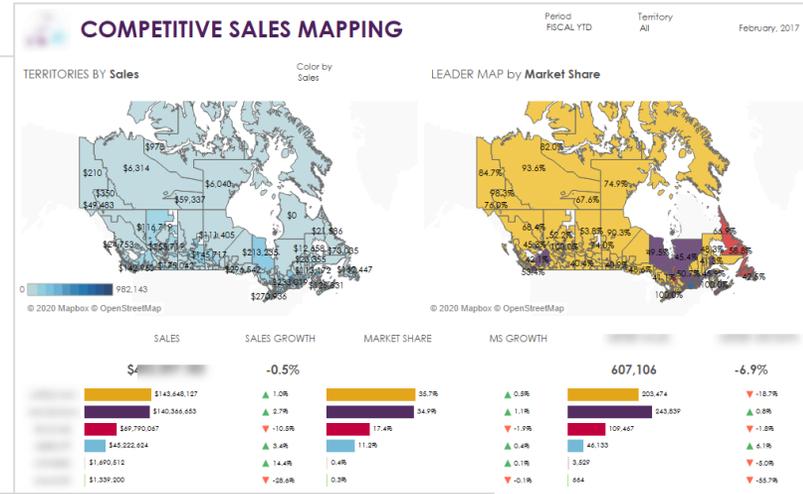
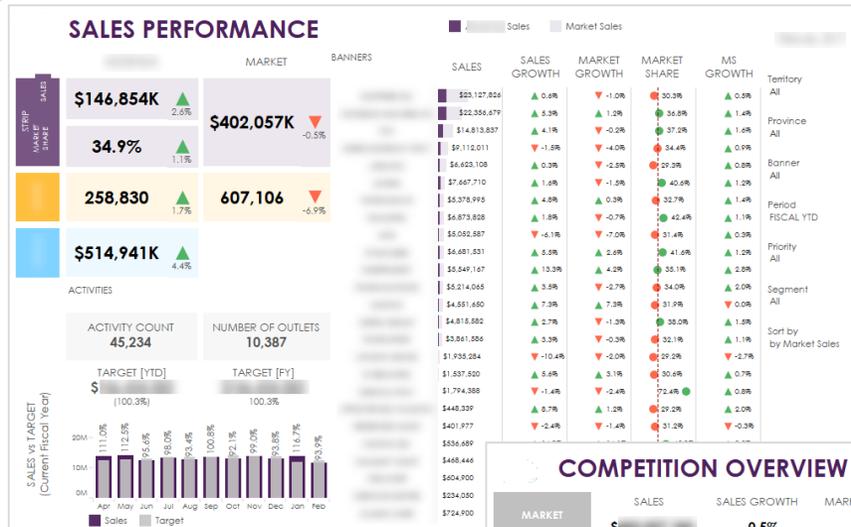
1. Разработать автоматический процесс ETL.
2. Построение сложных цифровых двойников технической системы с установление взаимосвязей между анализируемыми параметрами.
3. Построение цифрового двойника процесса плавки Me.
4. Разработка оптимизационных моделей для максимизации бизнес-результата.



Проект выполнен на основе программного обеспечения Loginom – универсальной платформы для разработки прикладных решений



Демонстрация стендов

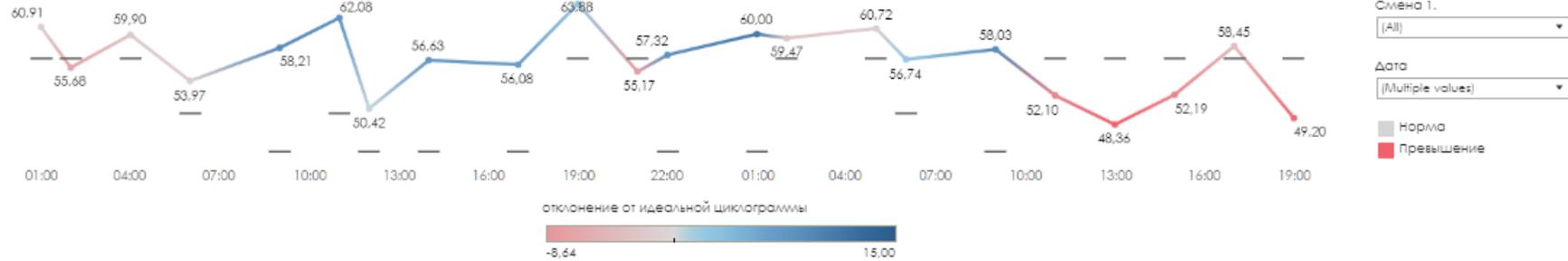




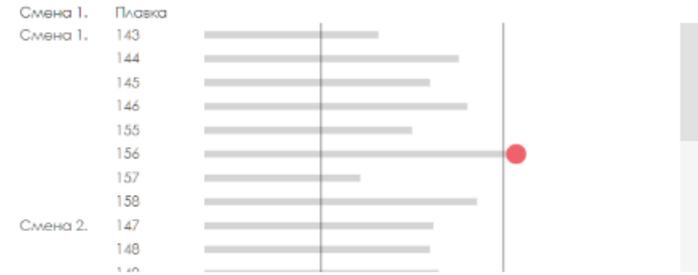
Стенд 1. Общий вид

Анализ показателей плавки

Сравнение текущей активности (МВт) с идеальной циклограммой



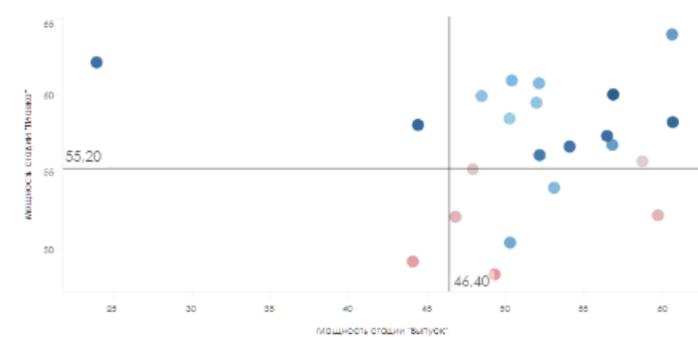
Длительность стадии "Плавка", минут



Длительность стадии "Выпуск", минут



Распределение плавков по показателям мощности, МВт



Сводные показатели по плавкам

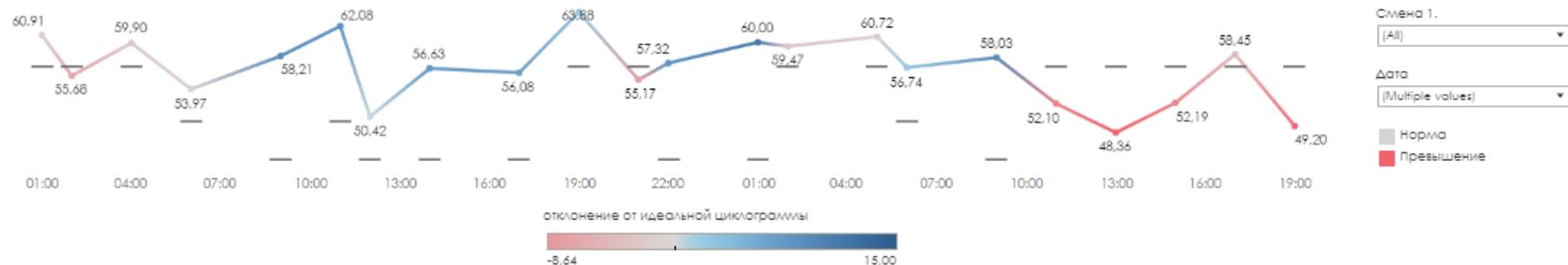
Смена	№ плавки	Средняя мощность плавки	Средняя мощность выпуска	Превышение времени плавки, мин	Превышение времени выпуска, мин	Отклонение от идеальной циклограммы
Смена 1.	143	61	50	0	0	4
Смена 1.	144	56	59	0	0	-1
Смена 1.	145	60	48	0	0	3
Смена 1.	146	54	53	0	0	4
Смена 1.	155	60	57	0	0	15
Смена 1.	156	59	52	5	0	2
Смена 1.	157	61	52	0	3	4
Смена 1.	158	57	57	0	0	7
Смена 2.	147	58	61	0	4	13
Смена 2.	148	62	54	0	0	12
Смена 2.	149	50	50	0	0	5
Смена 2.	150	57	54	0	0	12
Смена 2.	159	58	44	0	2	13



Стенд 1. Выделение группы плавок

Анализ показателей плавки

Сравнение текущей активности (МВт) с идеальной циклограммой



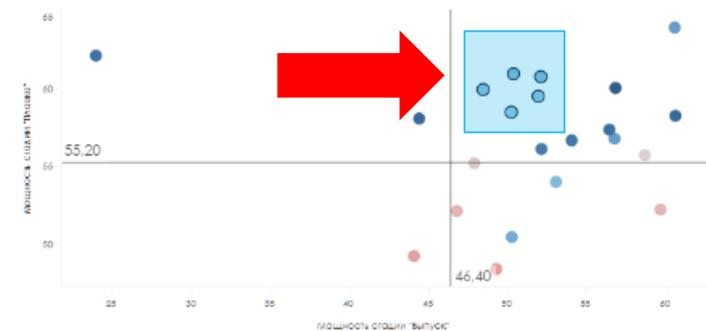
Длительность стадии "Плавка", минут



Длительность стадии "Выпуск", минут



Распределение плавок по показателям мощности, МВт



Сводные показатели по плавкам

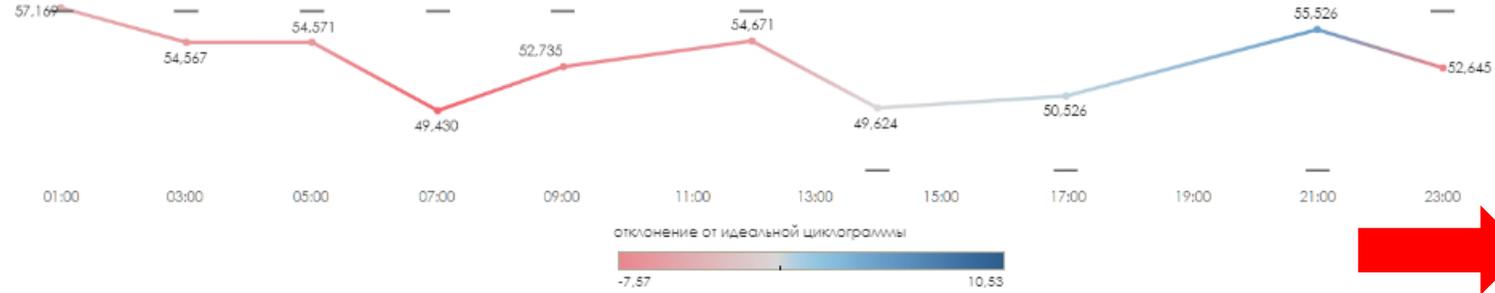
Смена	№ плавки	Средняя мощность плавки	Средняя мощность выпуска	Превышение времени плавки, мин	Превышение времени выпуска, мин	Отклонение от идеальной циклограммы
Смена 1.	143	61	50	0	0	4
Смена 1.	144	55	59	0	0	-1
Смена 1.	145	60	48	0	0	3
Смена 1.	146	54	53	0	0	4
Смена 1.	155	60	57	0	0	15
Смена 1.	156	59	52	5	0	2
Смена 1.	157	61	52	0	3	4
Смена 1.	158	57	57	0	0	7
Смена 2.	147	58	61	0	4	13
Смена 2.	148	62	54	0	0	12
Смена 2.	149	50	50	0	0	5
Смена 2.	150	57	54	0	0	12
Смена 2.	159	58	44	0	2	13



Стенд 1. Выбор по дням

Анализ показателей плавки

Сравнение текущей активности (МВт) с идеальной циклограммой



Смена 1.
 [All]

Дата
 4 октября 2020 г.

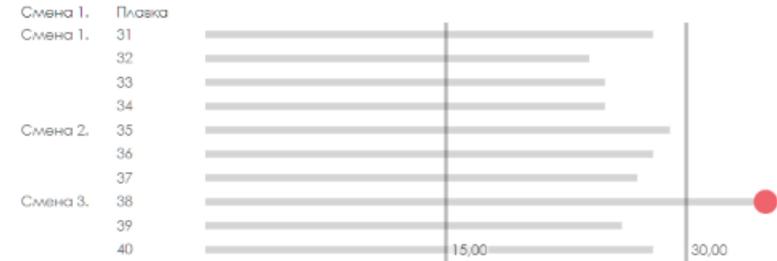
- (All)
- 1 октября 2020 г.
- 2 октября 2020 г.
- 3 октября 2020 г.
- 4 октября 2020 г.
- 5 октября 2020 г.
- 6 октября 2020 г.
- 7 октября 2020 г.
- 8 октября 2020 г.
- 9 октября 2020 г.
- 10 октября 2020 г.
- 11 октября 2020 г.
- 12 октября 2020 г.
- 13 октября 2020 г.
- 14 октября 2020 г.
- 15 октября 2020 г.

Cancel Apply

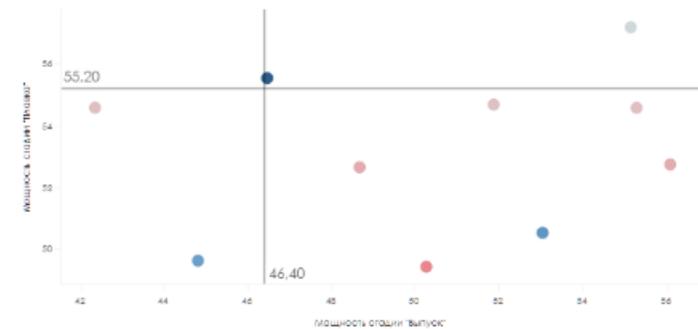
Длительность стадии "Плавка", минут



Длительность стадии "Выпуск", минут



Распределение плавков по показателям мощности, МВт



Сводные показатели по плавкам

Смена	№ плавки	Средняя мощность плавки	Средняя мощность выпуска	Превышение времени плавки, мин	Превышение времени выпуска, мин	Отклонение от идеальной циклограммы
Смена 1.	31	57	55	0	0	0
	32	55	55	0	0	-2
	33	55	42	0	0	-2
	34	49	50	15	0	-8
Смена 2.	35	53	56	18	0	-4
	36	55	52	0	0	-2
	37	50	45	44	0	5
Смена 3.	38	51	53	31	5	6
	39	56	46	0	0	11
	40	53	49	21	0	-4



Стенд 1. Всплывающая детализация

Анализ показателей плавки

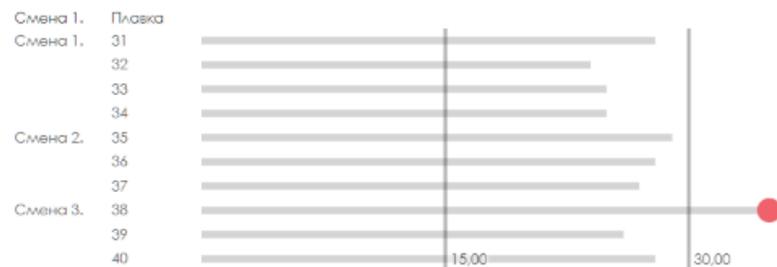
Сравнение текущей активности (МВт) с идеальной циклограммой



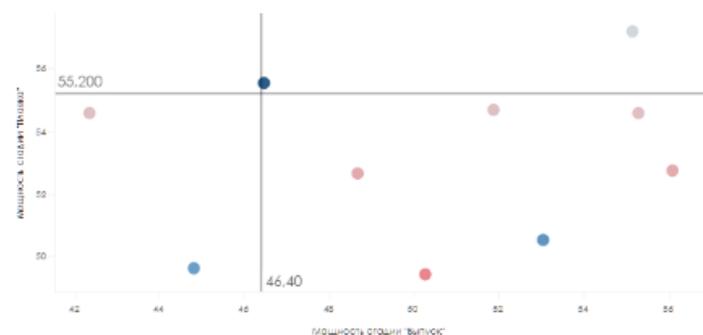
Длительность стадии "Плавка", минут



Длительность стадии "Выпуск", минут



Распределение плавков по показателям мощности, МВт



Сводные показатели по плавкам

Смена	№ плавки	Средняя мощность плавки	Средняя мощность выпуска	Превышение времени плавки, мин	Превышение времени выпуска, мин	Отклонение от идеальной циклограммы
Смена 1.	31	57	55	0	0	0
Смена 1.	32	55	55	0	0	-2
Смена 1.	33	55	42	0	0	-2
Смена 1.	34	49	50	15	0	-8
Смена 2.	35	53	56	18	0	-4
Смена 2.	36	55	52	0	0	-2
Смена 2.	37	50	45	44	0	5
Смена 3.	38	51	53	31	5	6
Смена 3.	39	56	46	0	0	11
Смена 3.	40	53	49	46	0	-4



Стенд 2. Динамика развития Тех.расстройств

Аудит технических расстройств

Химический состав (последняя смена)

Углерод

● 8,9

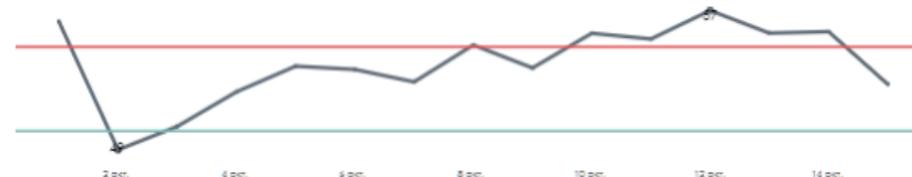
Сера

▼ 0,0205

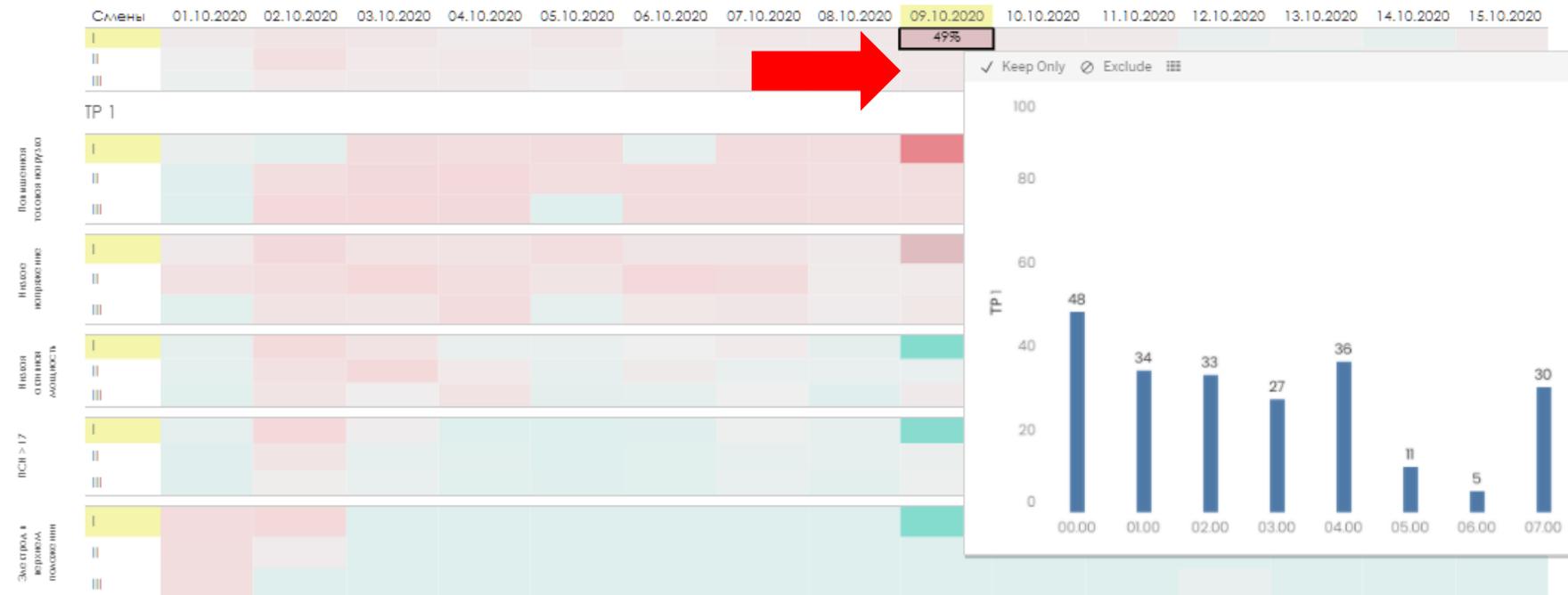
Титан

! 0,0368

Активная мощность печи



Техрасстройства



Стенд 2. Динамика Эл.показателей

Аудит технических растройств

Химический состав (последняя смена)

Углерод

Сера

Титан

● 8.3

▼ 0,0170

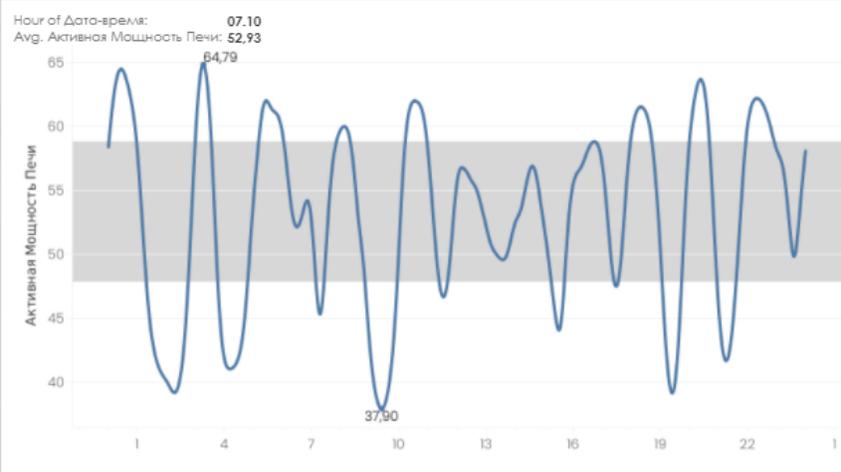
! 0,0200

Активная мощность печи



Техрасстройства

Смены	10.10.2020	09.10.2020	14.10.2020	07.10.2020	02.10.2020	08.10.2020	03.10.2020	04.10.2020	06.10.2020	15.10.2020	05.10.2020
I	51%	49%	16%	54%	60%	54%	57%	49%	43%	51%	56%
II											
III											
TP 1											
Возможная поставка излучаю											
II											
III											
Итого контрактное											
II											
III											
Итого станочная мощность											
I											
II											
III											
ВСМ > 17											
I											
II											
III											
Эксплоат. вспомог. оборудовани											
I											
II											
III											





**УДОВОЛЬСТВИЕ
ОТ ИННОВАЦИЙ**

<https://avcc.ru/>
<https://loginom.ru/>
<https://vizuators.com/>