

CYBERSTUDIO

Платформа для управления производственными активами на основе гибридной аналитики

ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА
ОБОРУДОВАНИЯ

ОПТИМИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

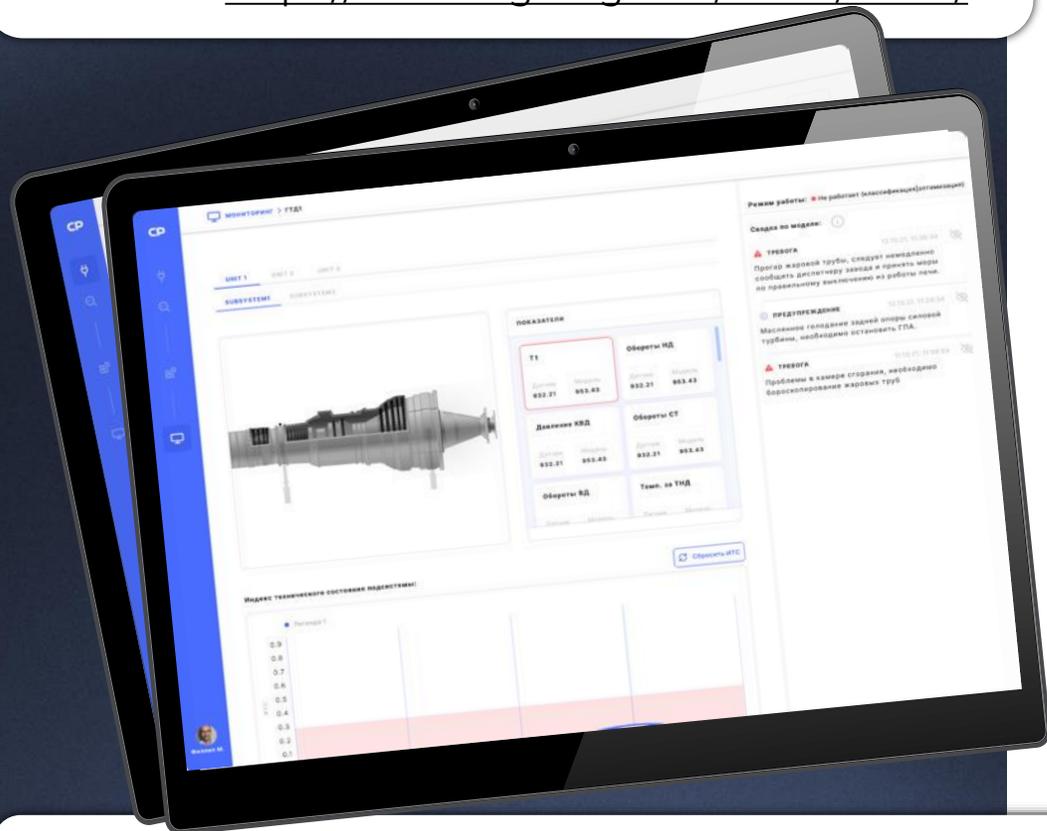




ПО CyberStudio

для предиктивной аналитики
оборудования и оптимизации
технологических процессов

<https://reestr.digital.gov.ru/reestr/501115/>



ПО CYBERSTUDIO



Предприятия непрерывного цикла:
нефтегаз, химия, металлургия, энергетика



Машиностроительные предприятия

Проблемы:

-  аварии и неисправности на предприятии
-  неоптимальные режимы работы оборудования
-  низкая прозрачность тех. состояния оборудования

Суть решения:

- о построение и применение цифровых моделей с применением прикладного ИИ для оборудования
- о переход к управлению производством на основе цифровых моделей

Наши клиенты



УРАЛКАЛИЙ



ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ CYBERSTUDIO



1 ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА

Раннее диагностирование **развивающихся дефектов** и аномалий

Анализ и прогноз технического состояния

Снижение затрат на ремонты оборудования

2 ОПТИМИЗАЦИЯ

Быстрая разработка **цифровых двойников** технологических процессов

Контроль выхода технологического процесса за допустимый регламент

Локализация узких мест производственных процессов с последующими рекомендациями на улучшение



Снижение финансовых затрат на **цифровую трансформацию** компании



Увеличение скорости внедрения за счет **библиотеки преднастроенных моделей**



Повышение эффективности производственного процесса **за счет рекомендаций**



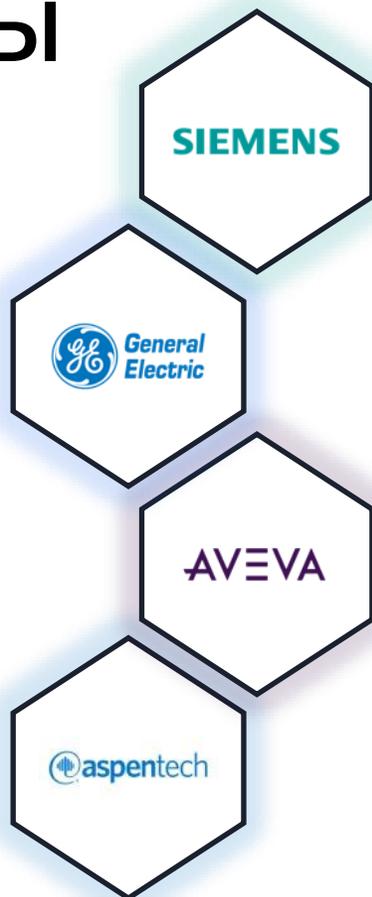
МИРОВЫЕ ЛИДЕРЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ

Принцип работы: «План-факт»

«План», прогнозируется
моделью

«Факт» идет с датчиков

Разладка между показаниями
телеметрии и моделью говорят
о неисправности оборудования



Неточности в срабатывании
Проблемы с обобщаемостью

CYBERSTUDIO

Точность моделей улучшает
предиктивную диагностику



Разделение
дефектов

Прогноз
развития дефектов

Рекомендации
по оптимизации

МЕЖДУНАРОДНЫЕ РЕШЕНИЯ

Aspen
Mtell



GE
SmartSignal



Aveva
PRISM



CyberStudio



Дорабатываемый
функционал ПО:

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА РЫНКЕ

Нейронные сети



Преднастроенные шаблоны
моделей оборудования



Прогноз технического состояния
оборудования



ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА РЫНКЕ

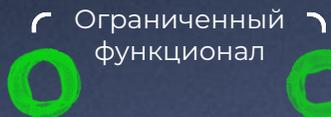
Физ.-мат. модели, построенные
на основе уравнений и зависимостей



Функционал оптимизации
режимов вместе
с предиктивным анализом



Трансферное обучение для
масштабирования на парк
оборудования



• **Прогноз технического состояния оборудования**
- комплексный прогноз тех. состояния оборудования

• **Технология Transfer Learning**
- позволяет обучать модели с возможностью переноса информации из ранее обученных суррогатных моделей.

Масштабирование на уровне цеха
- сейчас возможно масштабирование на уровне отдельных единиц оборудования

— имеется в ПО

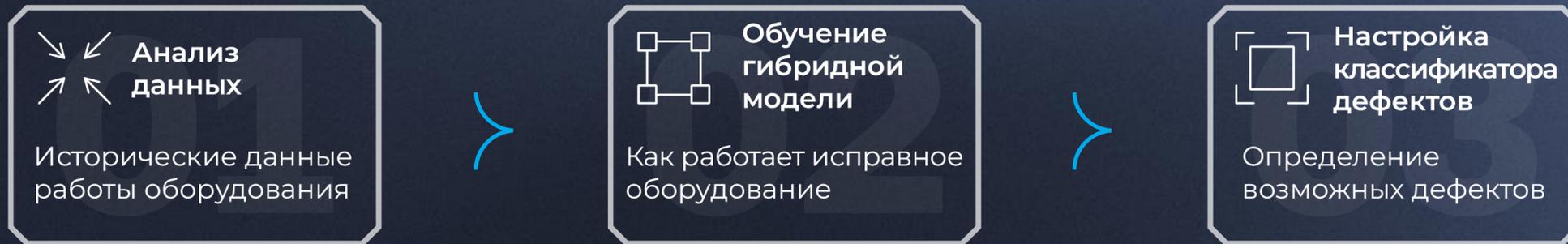
— не имеется в ПО

— в доработке



КЛЮЧЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



Детектирование и классификация
типа дефекта



Демонстрация предупреждения
о развитии дефекта



Устранение неполадки
на раннем этапе
без потерь и простоев



Без платформы CYBERSTUDIO
Аварийный останов



- ⚠ Позднее обнаружение дефекта
- ⚠ Развитие до критического состояния и аварийный останов

РЕАЛИЗОВАННЫЕ ПРЕДИКТИВНЫЕ И ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЛАТФОРМЕ CYBERSTUDIO



Газоперекачивающий агрегат



Шаровые мельницы



Печи



Паротурбинная установка



Электродвигатели



Турбины



Электродвигатель



Турбовоздуходувка

ПРИМЕРЫ КЕЙСОВ СУБЕРPHYSICS

Предиктивная диагностика тех. состояния на парке газоперекачивающих агрегатов



- Распознавание дефекта за **400 часов** до поломки
- Предсказана аварийная остановка — **50-60 млн руб.**

Оптимизация расхода газа в печах



- Экономия расхода газа — **10%**;
- **1 млн руб./мес.** на 1 печь

Предиктивная диагностика энергогенерирующего оборудования ТЭЦ



- Внедрение ПО для предиктивной диагностики на 11 ТЭЦ

Оптимизация работы цеха **химического производства**



- Оптимизировано **35%** неоптимальных режимов
- Повышение производительности: **40%** времени достигается выработка продукции

Предиктивная диагностика тех. состояния **валкового пресса**



- Экономия от аварийного останова — **50 млн** рублей
- Предотвращено **2 аварийных останова**

ЭТАПЫ РАБОТЫ

Аудит

2 месяца

Технологический аудит предоставляемых Заказчиком данных

Разработка

4-8 месяцев

Разработка моделей оборудования / технологического процесса

Измерения

1-1.5 месяца

Интеграция ПО CyberStudio с системой сбора данных Заказчика для работы в реал-тайм

ОПИ

3-6 месяцев

Осуществление пуско-наладки и опытно-промышленной эксплуатации

Тех. поддержка

Осуществление методологической и технической поддержки работы ПО в контуре Заказчика

РЕЗУЛЬТАТЫ

1

Проведен аудит данных с точки зрения их полноты для дальнейшего использования

2

Разработаны модели оборудования / технологического процесса

3

Проведена интеграция для работы в режиме реального времени

4

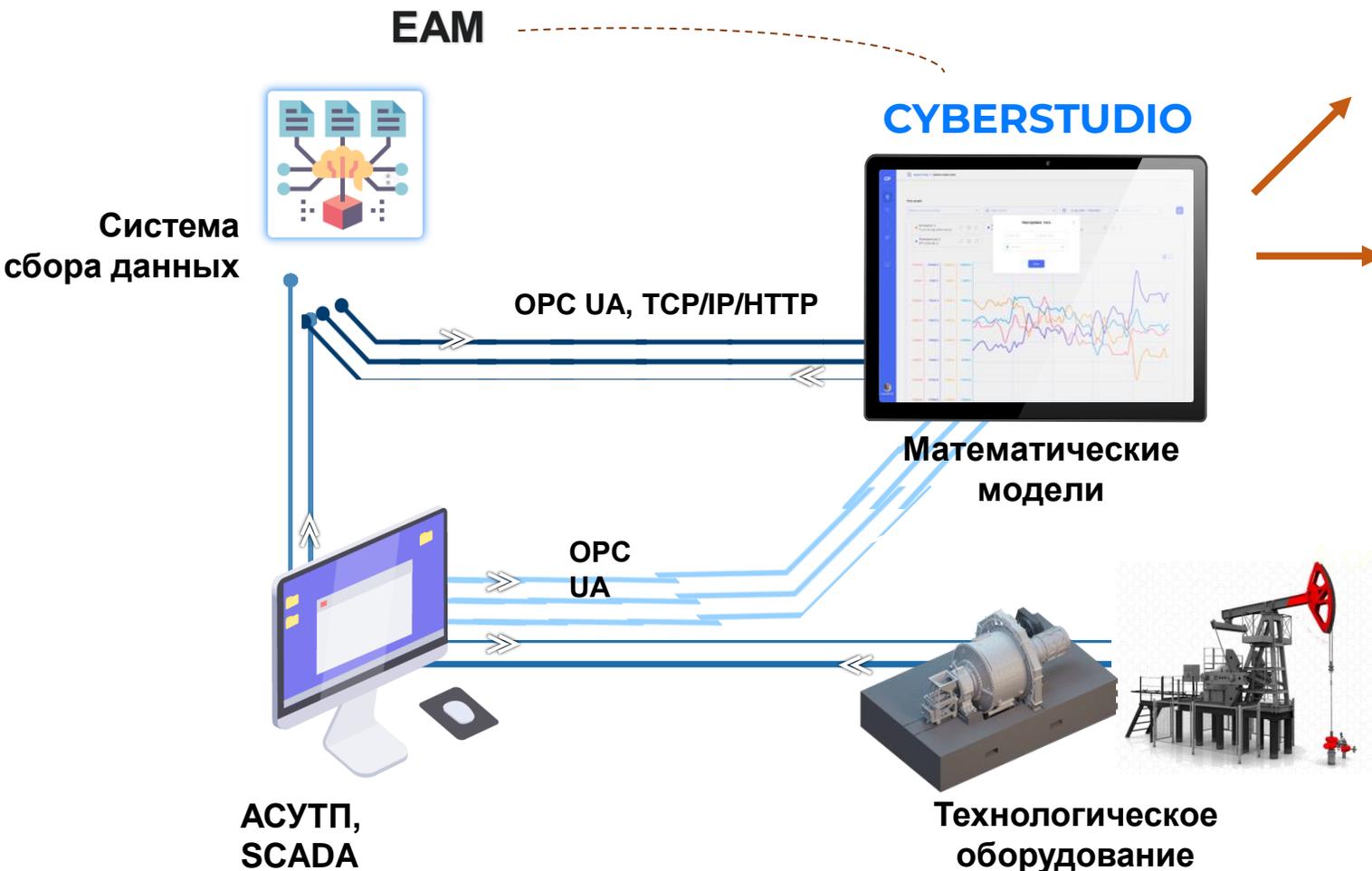
Проведены пуско-наладочные работы и ОПИ

5

На постоянной основе



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ CYBERSTUDIO




**Инженеры по эксплуатации,
Инженеры по диагностике**

Получение рекомендаций для
предотвращения
неисправностей



**Технологический
персонал**

Получение рекомендаций
по оптимизации

1

**Определение разладок
с нормальным режимом**

2

**Прогнозирование
индекса технического
состояния оборудования**

3

**Оптимизация режимов
работы оборудования**



КОМАНДА



Сергей Николаев

Генеральный директор

к.т.н., эксперт в области промышленного ИИ



Сергей Белов

Технический директор

Эксперт в области прикладного искусственного интеллекта и физического моделирования



Михаил Гусев

Директор по развитию

к.т.н. в прикладной механике
Эксперт по оптимизации производства



Игорь Ужинский

Научный руководитель

к.ф.м.н., 25-летний опыт работы в ведущей аэрокосмической компании США



Фабио Каччатори

Стратегическое развитие

Серийный предприниматель, 20 лет в ИТ-бизнесе ЕС:
Компания Intellegent Ideas

19



Команда разработчиков

20



Команда инженеров

5



Продажи и маркетинг

4



Операционный департамент



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛАЙДЫ



ПРИМЕРЫ ЗАВЕРШЕННЫХ ПРОЕКТОВ



Основные проблемы

Решение
CyberPhysics

Результат

01

Аварийные остановки и простои

Построение гибридной модели

Экономия в среднем от 2 млн руб от одного аварийного останова

Ведущие к повышенным издержкам

На основе анализа вибраций и предиктивных моделей

Не включая стоимость ремонта оборудования

02

Повышенные расходы на обслуживание

Прескриптивный подход

Предотвращен останов и недополучение 2000 тонн продукции – 45 млн рублей

Из-за отсутствия рекомендаций по устранению и профилактике дефектов

Прогноз дефектов, выявление причин и рекомендации по устранению в рамках

03

Низкая прозрачность технического состояния

Real-time прогноз индекса технического состояния

На 80% меньше аварий

Большого количества единиц оборудования

С десятков до единиц аварийных остановов в год



Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Аварийные остановки и высокие расходы на обслуживание или ремонт оборудования

До 120 млн руб. в год на 10 агрегатах

Разработка цифровых моделей основных систем

Газовоздушный тракт, масляная система, комплексное воздухо-очистительное устройство

Распознавание дефекта для наиболее критичной подсистемы – проточной части – за 400 часов до поломки

Предсказана аварийная остановка 50-60 млн руб.

02

Повышенные затраты

Вызваны невозможностью оперативной локализации узлов и причин дефекта

Классификатор дефектов

Для локализации дефектов в узлах и выдачи рекомендаций

Моделирование работы оборудования с погрешностью менее 2%

Предотвращение аварийных остановок и минимизация потерь на обслуживание

03

Высокое потребление топлива

Неоптимальные режимы работы оборудования

Физико-математическое моделирование

Для отслеживания динамики работы газотурбинных установок в режиме реального времени

До 3% снижение операционных затрат за счет снижения потребления топливного газа

*Снижение на 4% (250 м³ в час – 100 тыс. руб. в сутки на один цех) – в проработке



НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ

Сравнение эффективности винтового забойного двигателя (ВЗД) и вентильного электродвигателя (ВЭД)

Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

При стандартном бурении Винтовым Забойным Двигателем процесс работы двигателя **слабоконтролируем с поверхности**

Построение **суррогатной модели ВЗД** на основе данных бурения

Преимущество в применении ВЭД в плане его большей энергоэффективности

В среднем энергопотребление можно снизить на 11%

02

Отсутствие обратной связи, позволяющей подбирать более оптимальные режимы работы двигателя

Построение **имитационной модели ВЭД методом Бонд-Граф**

Возможность увеличения мощности на долоте **на 25% в критическом режиме** или **на 43% в номинальном режиме** при использовании ВЭД

03

Зависимость работы от раствора и его физико-химических свойств

Сравнение эффективности процесса бурения **по потребляемой мощности**

Мощность на долоте позволяет пропорционально увеличить скорость проходки



Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Пониженная
производительность
оборудования на
производстве
метиленхлорида

Выбор и добавление новых
параметров для управления
выработкой

Повышение производительности
оборудования

**Выработка >38т в течение 40%
времени от заданного периода (1 год)
вместо 13%**

02

Низкая предсказуемость
количества продукта
на выходе из реактора

Достигается более
прецизионное управление
блоками 1,2, позволяющее
повысить выработку и
качество продуктов до
заявленных значений

Увеличение среднего значения
Дихлорметана в смеси

Увеличение доли содержания
с 50% до 65%



Основные результаты

01

Разработаны цифровые модели основных систем

Газовоздушный тракт, масляная система, топливная система, воздушная система, вибродиагностическая модель (как самописный код, так и модели разработанные в ином ПО, например, Amesim)

02

Апробированы методики и алгоритмы конфигурации, уточнения ФМ моделей и создание суррогатных моделей на их основе

Модель может быть сконфигурирована (например, газовоздушный тракт ГТД может быть собран из разных моделей узлов (КНД, КВД, ТНД и т.д.), уточнена под характеристики конкретного реального двигателя, а затем свёрнута для работы в режиме реального времени

03

Апробированы алгоритмы генерации и классификация дефектов

Классификатор дефектов, который определяет их появление в процессе мониторинга и прогнозирования может обучаться как на эксплуатационных данных, так и на данных, сгенерированных на ФМ модели (отклоняются значения основных параметров)

Будущие работы

Интеграция ПО МПТС на стенде

Разработка счётчика ресурса узлов

Повышение точности работы моделей благодаря расширению базы эксплуатационных и расчётных данных



Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Перерасход ресурсов
Для производства
пластиковых деталей

Создание цифровой модели
процесса литья пластика под
давлением

Потенциал масштабирования €500 тыс.

02

Сниженная скорость и
малая эффективность
протекания технических
процессов

Использование технологии
глубокого обучения

Более, чем на 200 деталях

Предсказание оптимального режима
за 2 секунды вместо 20 дней

03

Замедленные процессы
подбора и прогноза
оптимального режима литья

Комбинация знаний физики
процесса растекания
пластика
и экспертные знания
Заказчика

Оптимизация расстановки
инжекторов и рекомендация по
изменению режимов



Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Аварийные остановки

Отсутствие ассистентов для снижения простоев прокатного стана

Разработка **диагностических моделей** работы оборудования для снижения простоев прокатного стана

Снижение внеплановых простоев работы оборудования на 10-20%

Распознавание 54% всех внеплановых простоев

02

Дефекты производства

Высокая доля дефектов в производимой продукции

Разработка **оптимизационных моделей** для минимизации доли дефектов в производимой продукции

Снижение доли дефектной продукции **на 1-5%**

03

Неоптимальные режимы работы оборудования

Низкая производительность трубопрокатного стана

Выработка рекомендации на управляющие параметры

Повышение производительности стана **на 0.5-2%**



МЕТАЛЛУРГИЯ

Оптимизация процесса перемешивания стали
в вакууматоре (4.3 млн тонн стали в год)

Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Повышенный износ футеровки

Детализованная модель гидродинамики перемешивания и интенсивности износа футеровки

Снижение износа футеровки до 10%

Средняя экономия 90 млн руб/год

02

Повышенное время перемешивания стали

Создание подробной динамической модели производственных процессов

Увеличение скорости перемешивания стали с ферросплавами в 2 раза

03

Низкая производительность

Оптимальные параметры на основе сочетания цифровых моделей и реальных эксплуатационных данных

Повышение производительности на 0.5%

Увеличение выпуска продукции на 40-50 млн руб на 1 вакууматоре в год



Основные проблемы

Решение CyberPhysics

Результат

01

Неоптимальный выбор
сочетания шлака и футеровки

Использование уникальной
методики физических
испытаний в сочетании
с цифровым моделированием

Увеличение стойкости футеровки
за счет оптимально подобранного
шлака на не менее чем 5 %

До 90 млн руб в год

02

Длинный цикл пуско-наладки
процесса выплавки стали

Из-за испытаний различных
типов футеровки (до 1 месяца)

Платформенное решение в
виде математической модели,
рекомендующей
оптимальный шлак для
данного типа футеровки

Прогноз ресурса огнеупорной
продукции различных поставщиков
на модельных/реальных шлаках

03

Проблема подбора/выбора
поставщиков

Шлак и футеровка, их
комбинация на предмет
эффективности

Уникальное оборудование
собственной разработки для
отработки и уточнения
модели износа футеровки

Рекомендации к химическому
составу шлака для повышения
стойкости огнеупоров при
сохранении технологических
свойств шлака

