

Использование цифрового двойника для планирования модернизации плавильного цеха Надеждинского металлургического завода

Seymartec Digital, 6 декабря 2022 года,
Челябинск, Россия



Грицких Вячеслав Борисович,
главный менеджер отдела развития проектов,
Департамент технического сопровождения проектов
ООО «НН Девелопмент»

Черненко Виталий Евгеньевич,
Директор, ООО Амальгама



Надеждинский металлургический завод входит в состав ПАО ГМК «Норильский никель»

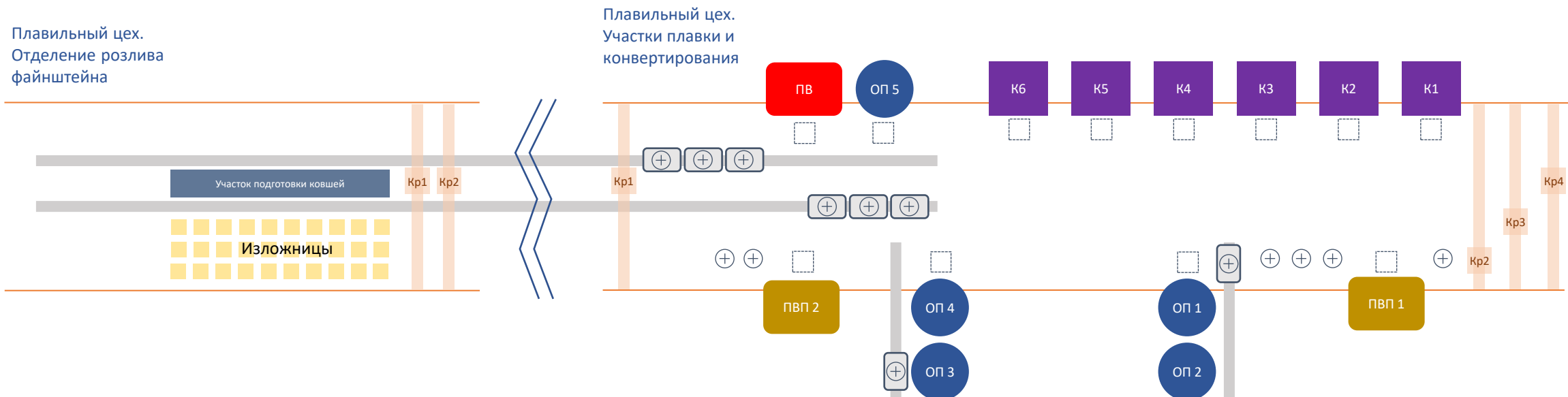


В настоящее время планируется масштабная модернизация НМЗ – строительство третьего плавильного комплекса (ЗПК)

Основные изменения:

- Возведение печи Ванюкова в существующем плавильном цехе
- Возведение дополнительной обеднительной печи
- Расширение отдела розлива файнштейна

Ввод в эксплуатацию ЗПК позволит производить больше файнштейна – но насколько больше?



Цели проекта и способ их достижения

Цели проекта

1. Оценить достижимую производительность ПЦ НМЗ после строительства ЗПК
2. Определить технологические и организационные изменения, необходимые для эффективной работы цеха после модернизации

Способ достижения цели – сценарный анализ с помощью имитационной модели

Имитационная модель – компьютерная программа, которая воспроизводит реальные производственные процессы и позволяет учесть большинство известных предположений и рассмотреть их взаимосвязи

Суть имитационного моделирования заключается в замене реального завода его цифровой моделью для целей проведения экспериментов и проверки гипотез

Сценарный анализ с помощью имитационной модели

В рамках проекта был проведен сценарный анализ, в котором были рассмотрены 3 варианта работы плавильного цеха после модернизации:

- в будущей конфигурации с текущей технологией
- в будущей конфигурации с использованием новой технологии
- в будущей конфигурации с использованием новой технологии и кислородной продувкой

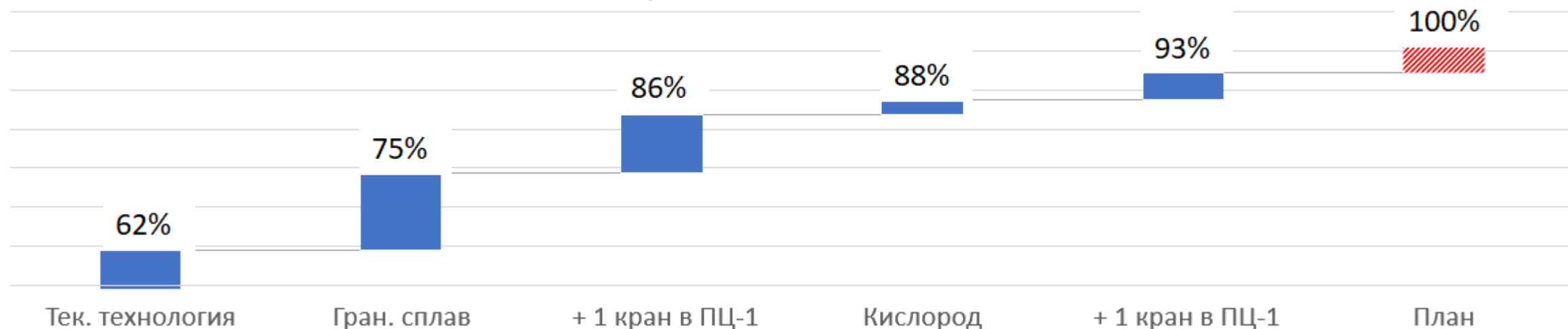
Для каждого из вариантов были определены:

- максимальная производительность работы конвертеров
- максимальная производительность логистической системы участка плавки и конвертирования
- максимальная производительность участка розлива файнштейна
- максимальная пропускная способность передаточных телег
- общая максимально достижимая производительность цеха

Кроме того, для каждого варианта выполнялся поиск наиболее существенных ограничений, влияющих на максимальную производительность: количество кранов на участке плавки и конвертирования, длительность слива штейна из печей взвешенной плавки и обеднительных печей, транспортировка холодных оборотов и т.д.

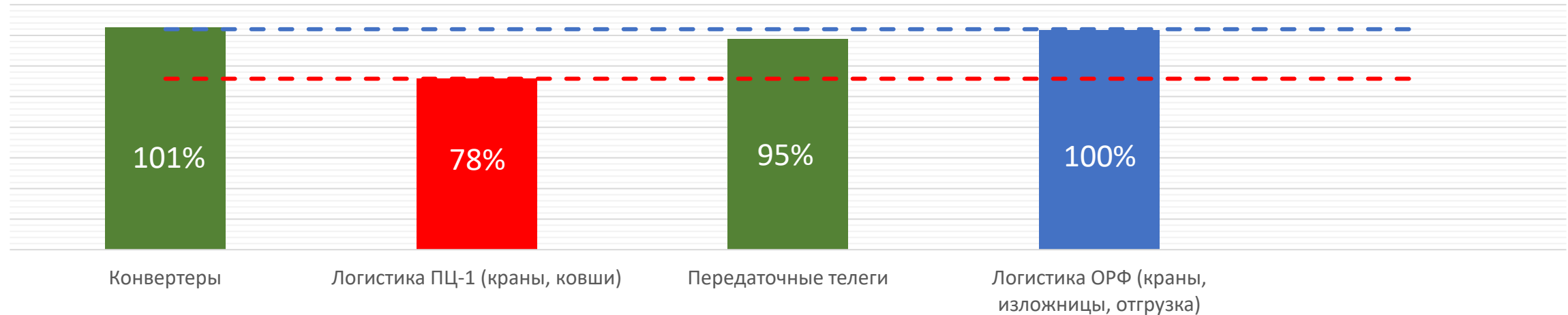
Сводные результаты сценарного анализа на базе трех вариантов работы плавильного цеха после модернизации

Достижимые объемы производства финштейна после ввода ЗПК при реализации технологических улучшений, в пересчете на тыс. тонн в год



Номер сценария	Описание сценария	Количество доп. кранов в ПЦ-1	Показатели имитационной модели, тыс.т/год	Доля от планового показателя
1	Будущая конфигурация с текущей технологией	0		62%
2	Будущая конфигурация с использованием гранулированного металлического сплава	0		75%
2.2.	то же	1		86%
2.13.	то же	2		89%
3	Будущая конфигурация с использованием гранулированного металлического сплава и кислородной продувки	0		77%
3.2.	то же	1		88%
3.13.	то же	2		93%

Пример результата: максимальная производительность варианта работы плавильного цеха с использованием новой технологии и кислородной продувкой



№ сценария	Описание сценария	Модельные показатели производства файнштейна, тыс. тонн/ год	Доля от планового показателя
3.	Теоретически достижимая производительность по результатам работы конвертеров (показатель планировщика)		101%
3.14	Максимальная производительность ПЦ-1 (без ограничений ОРФ): сценарий с быстрыми телегами и кранами в ОРФ, временем разлива ф-на 1 мин, без остывания ф-на, временем застываний ф-на в изложницах – 1 час, временем выбивки 1 мин, взвешивания слитка 0,1, загрузки ХО и МТР 1 мин)		78%
3.15	Максимальная производительность ОРФ (без ограничений ПЦ-1): сценарий быстрыми телегами и кранами в ПЦ-1, быстрым зацепом/ отцепом, временем слива штейна 1 мин., временем слива шлака и файнштейна 1 мин.)		100%
3.16	Максимальная пропускная способность передаточных телег (без ограничений ПЦ-1 и ОРФ): сценарий с нереалистично быстрыми кранами в ПЦ-1 и ОРФ		95%

Результаты проекта

Выполнено

- Определена максимально достижимая производительность ПЦ НМЗ после строительства третьего плавильного комплекса
- Обоснован выбор предпочтительной технологии работы цеха
- Выявлено, что исходные целевые показатели даже при выбранной технологии при заданных параметрах недостижимы
- Выявлены ограничения, которые не позволят достичь целевых показателей производства
- Рассчитано требуемое количество технологической посуды – ковшей и изложниц
- Определены требования к модернизации крановой системы участка плавки и конвертирования

Планируется

- С помощью созданной системы имитационного моделирования проверить гипотезы расшивки выявленных ограничений для достижения целевых показателей производства файнштейна

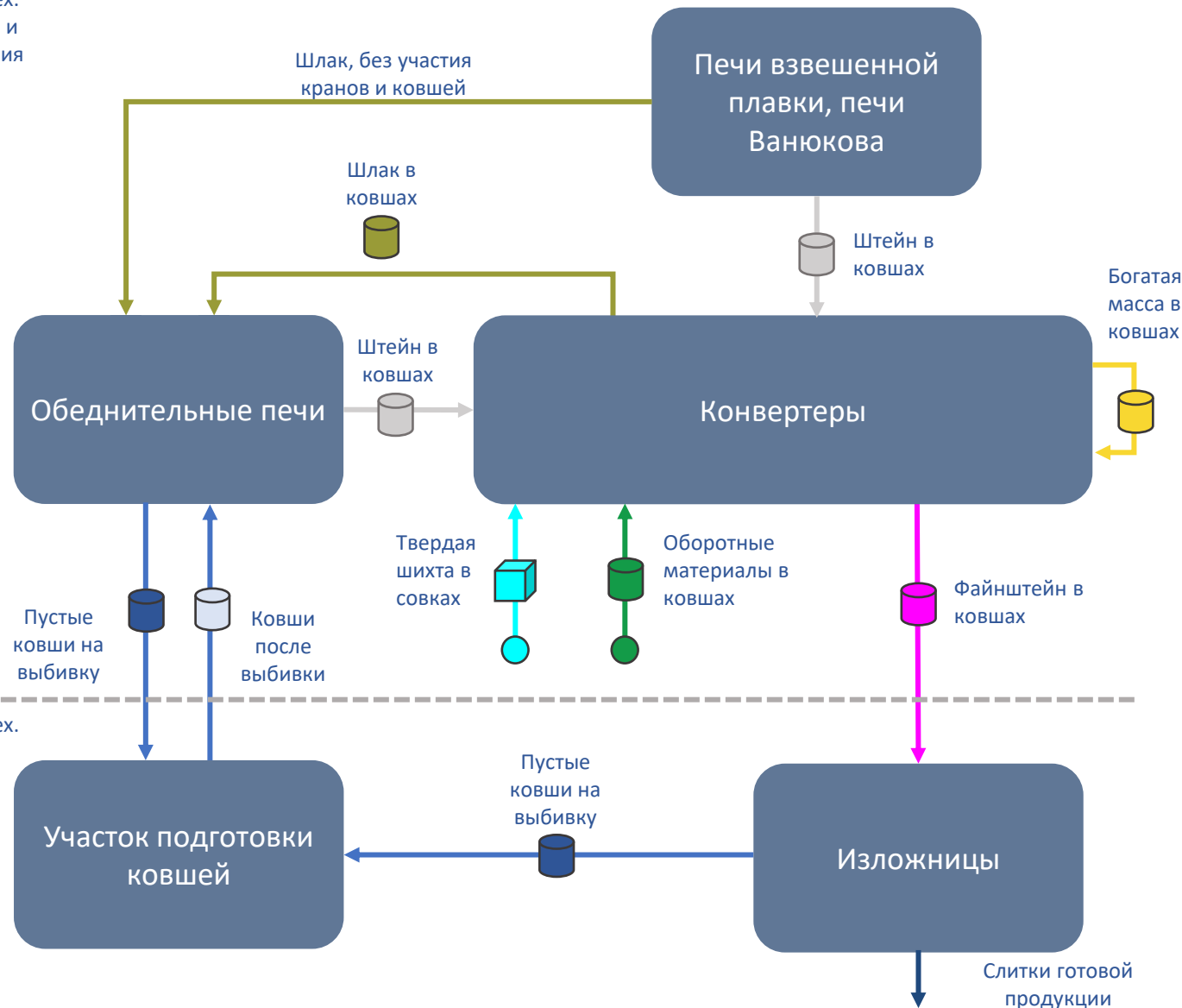
Этапы выполнения проекта



Время, месяцы, 2022 год

Моделируемые грузопотоки, концептуальная схема, учитываемое оборудование

Плавильный цех.
Участки плавки и
конвертирования



Плавильный цех.
Отделение
розлива
файнштейна

Участок плавки и конвертирования

- печи взвешенной плавки (ПВП)
- печи Ванюкова (ПВ)
- миксеры печей Ванюкова
- конвертеры
- обеднительные печи (ОП)

Отделение розлива файнштейна (ОРФ)

- участок подготовки ковшей
- изложницы

Элементы транспортной системы

- мостовые краны
- технологическая посуда (ковши)
- места установки ковшей
- передаточные телеги
- места выбивки ковшей
- места ремонта изложниц

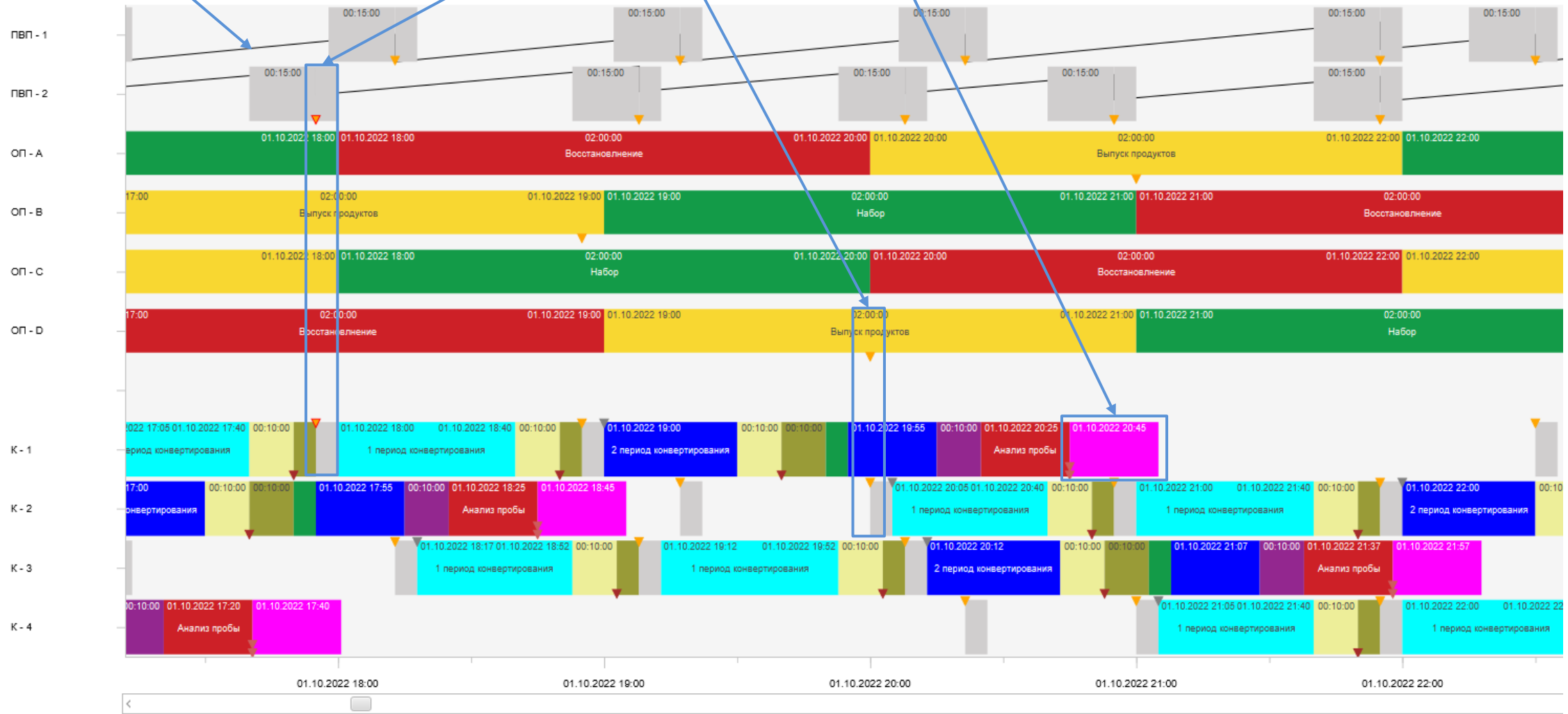
Координация работ агрегатов цеха

График уровня доступного штейна в печах взвешенной плавки/ миксере печи Ванюкова

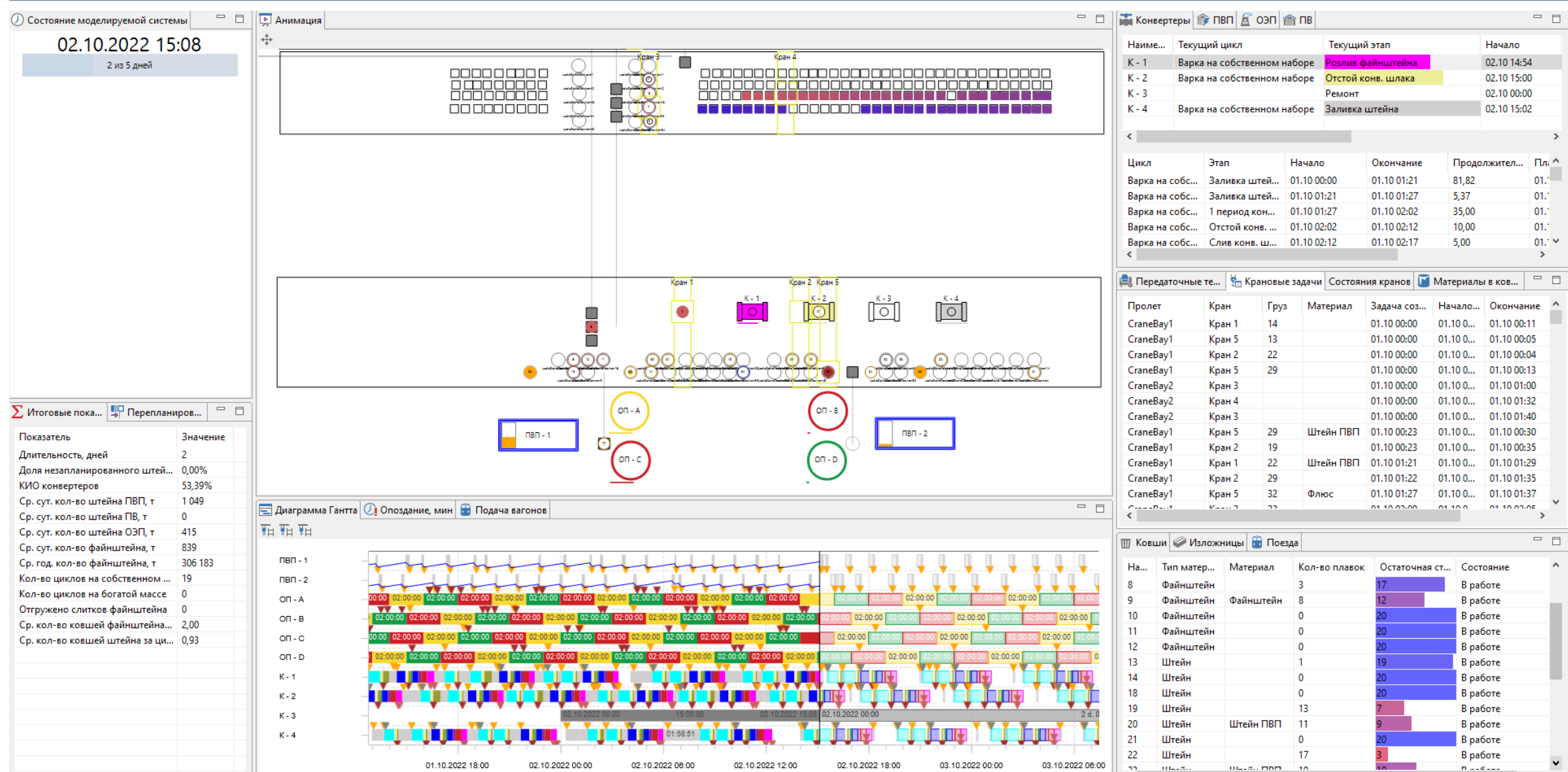
Слив ковша штейна из печи в конвертер

Слив ковша штейна из ОП в конвертер

Розлив
файнштейна



Ограничения, учитываемые в имитационной модели



Какие задачи можно решать с помощью имитационного моделирования

- Планирование модернизации цехов конвертирования и внепечной обработки
 - Возведение плавильных печей
 - Запуск МНЛЗ / УНРС
 - Модернизация крановой системы
- Определение достижимой производительности производств после изменений
 - Изменение сортамента производимой продукции
 - Изменение технологии производства
- Оперативное планирование работы металлургических производств
 - Учет ограничений крановой подсистемы
 - Учет циклических зависимостей

Заключение

В рамках проекта была разработана система имитационного моделирования – инструмент, который может использоваться не только в рамках проекта, но и после

Система построена на нашей платформе Amalgama Platform, которую мы сейчас активно развиваем и готовим документацию. Сейчас она доступна для партнёров, в скором будущем мы будем готовы её предоставить широкой общественности и провести обучающий тренинг

Мы хотим понять заинтересованность в нашей платформе