

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа экономики и управления
Кафедра «Информационные технологии в экономике»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, начальник отдела

Web-разработки

ООО «ИТЦ «Аусферр», к.т.н.

_____ (И.И. Мацко)

« ____ » _____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с.

_____ (Б.М. Суховилов)

« ____ » _____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА ОАО «ММК».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
(МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ)
ЮУрГУ–38.04.05.2017.417.ПЗ ВКР

Руководитель проекта, к.т.н., доцент

_____ (О.С. Буслаева)

« ____ » _____ 2017 г.

Автор проекта,

студент группы ЭУ-351

_____ (О.О. Ковалева)

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент

_____ (Е.В. Бунова)

« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Ковалева О.О. Разработка методики оценки эффективности деятельности Кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК». – Челябинск: ЮУрГУ, ЭУ-351, 106с., 13 ил., 25 табл., 6 формул, библиогр. список – 38 наим., 18 слайдов.

Работа посвящена тому, как оценить эффективность деятельности Кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) ОАО «ММК».

Объектом исследования стала деятельность кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) ОАО «ММК».

Предметом исследования стал собственных состояний ключевых показателей эффективности (KPI) работы ККЦ ОАО «ММК».

Цель исследования заключается в формировании методики оценки деятельности ККЦ ОАО «ММК».

В дипломной работе было произведено рассмотрение и оценка ККЦ ОАО «ММК» как системного объекта. С помощью методологии IDEF0 созданы графические модели целостной картины деятельности рассматриваемого цеха, позволяющие анализировать текущие бизнес-процессы.

Осуществлен анализ существующих теоретических подходов к вопросам оценки эффективности деятельности металлургических предприятий.

Выделены факторы снижения производительности, на основе которых разработаны ключевые показатели эффективности (KPI) существующих бизнес-процессов ККЦ, а также определена методика расчета выделенных KPI.

Путем анализа KPI осуществлен выбор главных компонент и произведен анализ их собственных состояний, что позволило определить набор компонент, оказывающих наибольшее влияние на деятельность ККЦ ОАО «ММК».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОСТАВ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
1.1 Описание предметной области.....	8
1.2 Анализ текущих бизнес-процессов ККЦ.....	16
1.3 Особенности и сравнительный анализ методов оценки эффективности бизнес-процессов металлургических предприятий.....	29
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ККЦ ОАО «ММК»	36
2.1 Метод главных компонент.....	36
2.2 Метод собственных состояний.....	41
2.3 Теоретические аспекты разработки КРІ.....	44
3 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ККЦ ОАО «ММК» С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ.....	53
3.1 Определение ключевых факторов эффективности работы ККЦ.....	53
3.2 Разработка КРІ	66
3.3 Использование метода собственных состояний	79
4 КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	99

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия (черная и цветная) по объему средств, поступающих в бюджет, занимает второе место, уступая только нефтегазовому комплексу [1]. Высокие цены на металлопродукцию и возможности наращивания ее экспорта обусловили в последние годы значительный вклад отрасли в ВВП страны (около 4%), на металлургию приходится примерно 12% промышленного производства и 10% экспорта [2].

Однако, несмотря на очевидные успехи, в отрасли накопилось множество проблем, сдерживающих ее развитие:

- чрезвычайно высокая энергозатратность производства;
- высокий уровень износа оборудования (немногим более 50% при темпах обновления не более 3-4% в год);
- низкое качество используемого сырья и высокая доля брака;
- низкая производительность труда и высокая себестоимость продукции;
- недостаточная развитость предприятий малого и среднего бизнеса (МСБ);
- устаревшие технологии в совокупности с нежеланием (или невозможностью) многих производителей внедрять инновации.

Это обуславливает низкую конкурентоспособность российских металлургических предприятий [3]. Но одним из самых серьезных препятствий на пути повышения эффективности металлургии России является высокий уровень брака на производстве. В последнее время наблюдается тенденция роста импортных поставок листового и сортового проката, что напрямую связано со снижением качества отечественной продукции. Потребители также отмечают, что доля брака существенно возрастает при переходе на российские комплектующие [4]. В целом, на российских металлургических предприятиях доля производственного брака продукции в 2-5 раз выше, чем за рубежом.

Современный этап развития черной металлургии как отрасли промышленности характеризуется многостадийностью и сложностью

технологии, большим количеством основного, вспомогательного и обслуживающего оборудования, жесткой зависимостью во времени работы одних участков от других. Сортамент крупного металлургического предприятия насчитывает десятки тысяч позиций, а многие коммерческие заказы являются уникальными.

Коммерческие заказы могут изготавливаться по альтернативным технологическим маршрутам, которые, в свою очередь, допускают альтернативные параметры заготовок. Любые отклонения от оптимального варианта и несвоевременная его реализация в итоге могут приводить к снижению производительности, сверхнормативным простоям основных агрегатов, выпуску низкосортной продукции и нарушениям договорных обязательств.

Идеальная модель бизнес-процесса металлургического производства предполагает, что все переделы предприятия должны выпускать заготовки и продукцию именно с такими свойствами и в таком объеме, которые необходимы для выполнения полученных коммерческой службой заказов. При этом потребность в заготовке на каждом переделе формируется с учетом расходных коэффициентов и технологических особенностей производства конкретного вида продукции.

Таким образом, основу эффективной работы металлургического предприятия составляют оптимально разработанные планы, начиная с годового объема и дальнейшей детализацией и актуализацией до суток (оперативные суточные планы) и смен (сменно-суточные задания) и строгое следование им.

Однако в современной экономической теории много внимания уделяется оценке результативности функционирования предприятия как единого целого. При этом практически не рассматриваются вопросы оценки эффективности работы цеха или производственного участка. Как уже было отмечено, металлургическим предприятиям свойственна многостадийность, а также многопередельность.

Важным является не только сама оценка эффективности работы первичного звена, но и оценка деятельности цеха как составляющей производственной системы предприятия. Существенное значение имеет то, насколько тенденция развития отдельного подразделения совпадает со стратегическими целями и задачами организации в целом.

В результате оценки возникает необходимость корректировки деятельности первичного звена. Таким образом, первостепенной становится задача определения необходимости и результативности реконструкции.

Все эти указанные обстоятельства и определяют актуальность темы представляемой работы.

Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является деятельность кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) ОАО «ММК».

Предметом исследования является метод собственных состояний ключевых показателей эффективности (KPI) работы ККЦ ОАО «ММК».

Цель исследования состоит в формировании методики оценки деятельности ККЦ ОАО «ММК».

Для достижения поставленной цели требуется решения ряда задач:

1. Произвести оценку ККЦ как системного объекта;
2. Проанализировать существующие теоретические подходы к вопросам оценки эффективности деятельности, выявить их основные принципы;
3. Произвести анализ деятельности ККЦ и выделить ключевые показатели эффективности (KPI) существующих бизнес-процессов;
4. Определить методику расчета выделенных KPI;
5. Осуществить сбор статистических данных по выделенным KPI;
6. Выделить набор главных компонент;
7. Произвести анализ собственных состояний главных компонент и определить компоненты, оказывающие наибольшее влияние на деятельность ККЦ ОАО «ММК».

Для решения поставленных задач использовался метод собственных состояний, программные продукты «Erwin Process Modeler», «Oracle SQL Developer», «Midas».

Информационную основу исследования составили производственные данные ККЦ ОАО «ММК», официальная отчетность, находящаяся в свободном доступе на официальном сайте ОАО «ММК», электронные источники и научные статьи по исследуемой тематике.

Научная новизна исследования состоит в обосновании и разработке методики оценки деятельности кислородно-конвертерного цеха, адаптации существующих подходов, методов и моделей комплексной оценки бизнес-процессов в системе стратегического управления многопередельным предприятием. Разработанная методика может быть адаптирована к любому переделу производственных предприятий.

Практическая значимость работы определяется тем, что ее методические результаты расширяют инструментарий оценки эффективности деятельности предприятий металлургического комплекса на основе повышения эффективности бизнес-процессов, что способствует выявлению конкурентных преимуществ и дестабилизирующих факторов функционирования отдельных участков предприятия.

1 СОСТАВ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Описание предметной области

Кислородно-конвертерный цех (ККЦ) характеризуется высокой интенсивностью производства, комплексом сложных технологических операций, применением мощного механического, электрического и термического оборудования.

Кислородно-конвертерный цех ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ККЦ ОАО «ММК»), введенный в эксплуатацию 2 ноября 1990 г., является ключевым в структуре производства стали. Это крупный промышленный комплекс, включающий в себя три 370-т конвертера, установку десульфурации чугуна, двухпозиционный агрегат ковш–печь, двухпозиционную установку электродугового нагрева металла, установку вакуумирования стали, четыре слябовые МНЛЗ.

Основные технические решения, реализованные в цехе, отвечают современным требованиям отечественной и зарубежной практики конвертерного производства.

В цехе установлено следующее технологическое оборудование:

- три конвертера (масса вмещаемой жидкой стали 370 т), назначение – получение стали из жидкого чугуна;
- три двухпозиционных сталевоза, назначение – перемещение сталеразливочных ковшей между конвертером и установками (агрегатами) для доводки стали;
- одна установка десульфурации чугуна, назначение – удаление серы в чугуне;
- две установки печь-ковш (двух позиционные), назначение – получение требуемого химического состава и температуры металла;
- два агрегата доводки стали (двух позиционные), назначение – получение требуемого химического состава и усреднение по температуре;

- две установки вакуумной обработки стали (одна из них двухпозиционная), назначение – обезуглероживание (снижение содержания углерода) и дегазация (удаление водорода и азота в стали);
- одна установка электронагрева стали, назначение – получение требуемого химического состава и температуры металла;
- две установки усреднительной продувки стали (одна из них двухпозиционная), назначение – усреднение химического состава и температуры металла, путем продувки аргонием;
- пять слябовых машин непрерывного литья заготовки, назначение – получение слябовой заготовки.

Ниже представлена схема расположения основного оборудования ККЦ (рисунок 1).

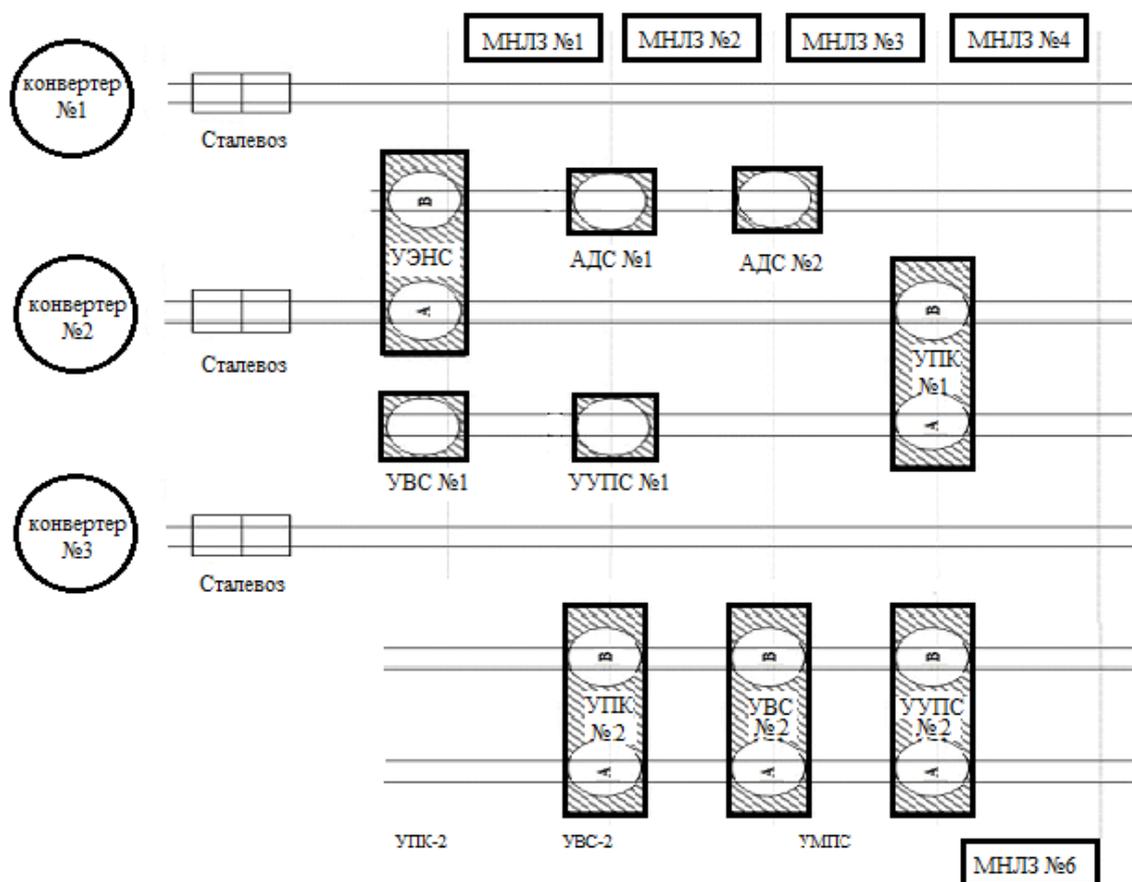


Рисунок 1 – Схема расположения основного оборудования ККЦ ОАО «ММК»

Кислородно–конвертерный цех представляет собой комплекс технологически связанных производственных подразделений с установленным в них технологическим, подъемно-транспортным, вспомогательным и ремонтным оборудованием, которое необходимо для обеспечения намеченного производства цеха.

Конвертерный цех состоит из следующих подразделений:

- участок выплавки стали;
- отделение ковшевых пролётов;
- отделение непрерывной разливки стали;
- участок приёма и огневой зачистки горячих слябов.

Участок выплавки стали представляет собой комплекс производственных зданий и пролётов и технологически объединяет следующие пролёты, участки и отделения: скрапной пролёт, отделение перелива чугуна, шлаковый пролёт, тракт подачи сыпучих материалов и ферросплавов, конвертерное отделение.

Скрапной пролёт предназначен для хранения предварительно подготовленного стального металлолома, который доставляется железнодорожным транспортом в совках. Основные технологические операции, выполняемые в скрапном отделении: прием железнодорожных составов с совками, груженых металлоломом и отправка в копровый цех составов с порожними совками; взвешивание совков; прием и хранение обрезки слябов МНЛЗ, поступающей с участка приема и огневой зачистки горячих слябов (УПиОЗГС); дозирование металлолома в совках и комплектование груженых совков на плавку с выдачей информации о номерах совков и массе металлолома.

Отделение перелива чугуна включает в себя следующие технологические операции: перелив поступающего из доменного цеха чугуна в заливочные ковши, взвешивание его, отбор проб и замер температуры, скачивание шлака из ковшей с чугуном, обработка чугуна на установке десульфурации чугуна.

Основные технологические операции шлакового пролета: обеспечение конвертеров шлаковыми чашами и отгрузка конвертерного шлака и мусора в отделение первичной переработки шлака.

Конвертерное отделение состоит из низкой и высокой частей. Высокая часть в продольном направлении делится на два участка, на одном из которых, примыкающем к загрузочному пролету, размещаются три конвертера вместимостью по 370 т каждый, машина для подачи кислорода в конвертер, запасные стенды для фурм, установки для замера температуры и отбора проб металла без повалки конвертера, оборудование газоотводящих трактов конвертеров, включая котлы–утилизаторы конвертерных газов и газоочистки за конвертерами. Участок конвертерного пролета, примыкающий к пролету подготовки сталеразливочных ковшей, представляет собой многоэтажную «этажерку» с перекрытиями, на которых размещается оборудование тракта подачи сыпучих материалов и ферросплавов. В низкой части конвертерного отделения размещается участок ремонта кислородных и измерительных фурм.

Отделение ковшевых пролётов включает в себя:

1) Пролет ремонта сталеразливочных и чугуновозных ковшей. В пролете производится ремонт футеровки сталеразливочных и чугуновозных ковшей, кладка и набивка футеровки ковшей, установка и съём со сталеразливочных ковшей шиберных затворов.

2) Пролет ремонта промежуточных ковшей. В пролете производится ремонт, кладка и заливная футеровка промежуточных ковшей, наборка, сушка, установка и съём стопоров.

Отделение непрерывной разливки стали включает в себя:

1) Участок внепечной обработки стали. На участке располагаются два агрегата доводки стали (АДС), КУВС, УУПС, УПК. Основной задачей этого отделения является доведение химического состава стали до заданной марки стали.

2) Участок непрерывной разливки стали, включающий в себя четыре МНЛЗ, обеспечивает непрерывное литьё заготовок и резку заготовок на заданные мерные длины с помощью машин газовой резки.

Цикл конвертерной плавки в ККЦ составляет 36-42 мин.

На предприятии действует линейно-функциональная структура управления. В первую очередь организационная структура управления ММК направлена на установление четких взаимосвязей между отдельными структурами, распределение между ними прав и ответственности. В ней реализуются различные требования по совершенствованию системы управления, находящие выражение в тех или иных принципах управления.

Основу работы ККЦ как передела, так и всего предприятия в целом, составляет производственный план, который в процессе оперативного производства также может быть подвержен корректировкам.

Ниже представлена схема горизонтов планирования предприятия (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема горизонтов планирования предприятия

Бизнес-план предприятия на год готовят Финансовые менеджеры и планово-экономическое управление, а утверждает совет директоров и корпоративный офис.

Основная цель планирования на год – расчет баланса основного производства, потребностей в сырье и материалах, калькуляция плановых затрат.

Исходными данными для расчета бизнес-плана являются следующие источники:

- план отгрузки основных видов товарной продукции
- средняя производительность агрегатов;
- нормы расхода основных материалов;
- нормы потребления энергоресурсов;
- графики остановок агрегатов на ремонт.

Расчет плана и производства выполняется в «обратном» порядке: прокатная продукция – выплавка стали – производство чугуна – производство агломерата, кокса – поставки руды и угля. Выполняется расчет потребностей основного сырья и материалов, потребность в энергоресурсах, объем услуг вспомогательных цехов, калькуляция плановых затрат.

Предварительный прогноз плана на месяц составляет 1/12 часть бизнес-плана на год.

Точный расчет плана на месяц выполняется на основе поступивших заказов клиентов и прогнозного объема продаж. Объем продаж на следующий месяц готовит служба маркетинга до 15-го числа текущего месяца.

После согласования объемов отгрузки к концу текущего месяца ПЭУ рассчитывается плановый баланс производства на следующий месяц с учетом отгрузки, графика ремонтов, норм расходов основных материалов и производительности агрегатов.

Баланс согласовывается начальниками ПРО и ПЭУ и утверждается Исполнительным директором и Генеральным менеджером по продажам. После утверждения общего планового баланса производства и отгрузки на месяц по каждому цеху подготавливается месячный план утверждаемый Исполнительным директором, который доводится до сведения начальников цехов и производств.

Приказ-счета передаются в прокатные цеха и ПРО для организации выполнения заказов. Планирование отгрузки продукции производится планово-распределительным бюро (ПРБ ПРО).

Основными исходными данными для планирования отгрузки на каждый день месяца являются следующие источники:

- приказ-счета на заказы клиентов;
- производительность агрегатов;
- наличие металла на складах;
- график остановки агрегатов цеха на ремонт.

Заявки на подкат прокатные цеха предъявляют друг другу в обратной последовательности ЛПЦ-4, ЛПЦ-3 – ЛПЦ-2 – ЛПЦ-1. Заявки передаются в производственный отдел предприятия (ПРО).

ПРО выполняет следующее:

- утверждает заявки цехов;
- рассчитывает график выплавки стали на сутки;
- выполняет расчет в потребности чугуна, кокса, агломерата;
- в течение месяца цикл планирования повторяется каждый день.

Расчет планирования на неделю производится на основе плана на месяц, выполняется ПРБ цехов и утверждается ПРО предприятия. Целью планирования является согласования ритма работы агрегатов в цехе, с целью выполнения заказов.

Недельное планирование – это план выпуска продукции с учетом межцеховых балансов, то есть фактически план потоков, который должен обеспечить выпуск продукции заданной продукции.

Отдельным образом происходит управление крупными ремонтами и перестройками. Существует месячный план капитальных ремонтов.

Управление перестройками или, точнее, технологическими циклами включает в себя:

- определение периодов работы МНЛЗ-3 в режиме сечений 130x130 мм и сечения 150x150 мм, перестройка занимает 1 сутки;
- технологические циклы агрегатов травления, холодной прокатки и цинкования.

План на неделю задает объем производства для каждого агрегата в цехе на каждый день недели. Недельные планы ведутся в файлах Excel. В этих же файлах формируется отчетность по исполнению планов.

Расчет плана загрузки каждого агрегата цеха производится ПРБ цехов на основе плана отгрузки продукции.

План на смену и сутки рассчитывается на каждый агрегат в «обратном» порядке для последовательной цепочки агрегатов цеха. Например для ЛПЦ 2 порядок расчета следующий:

- план отгрузки;
- план производства агрегатов порезки;
- план для дрессировочного стана;
- план для колпаковых печей (отжиг);
- план для стана 1700 ЛПЦ-2;
- план для агрегатов травления;
- заявки на подкат из ЛПЦ-1.

Основными исходными данными для расчета плана загрузки агрегатов на смену, сутки являются следующие источники:

- заявки на материал для предыдущего агрегата;
- наличие материала перед агрегатом;
- производительность агрегата;
- график ремонта агрегата.

Сменно-суточное задание подготавливаются ПРБ цехов до 16.00 и передаются на агрегаты в цех для исполнения. На следующий день до 10.00 выполняется анализ результатов фактической работы агрегатов по каждой бригаде, за каждую смену суток. На следующие сутки цикл повторяется.

Очевидной проблемой при «ручной» эпизодической технологии учета произведенной продукции по заказам является информационный разрыв между планом и фактом производства, который может приводить к недопроизводству или перепроизводству продукции по заказам.

Определение приоритетов заказов происходит в ручном режиме, с учетом технологических циклов. На общекомбинатовском совещании присутствует маркетинг и фактически с учетом различных факторов задает приоритеты для тех или иных заказов, в условиях возможности производства. Там же согласовывается наполнение потоков - то есть объемы межцеховой отгрузки.

Суточный план работы имеет 2 разреза:

- потоки межцеховые и готовой продукции;
- наполнение потоков конкретными заказами.

Термин «беззаказная продукция» соответствует продукции, изготовленной не под заказ ввиду технологической необходимости, например, для обеспечения монтажности на стане горячей прокатки ЛПЦ-10, кладется на пол и ожидает прихода заказов на данный сортамент. О факте производства так называемой продукции под «ожидаемые заказы» информируется служба маркетинга. Поскольку сортамент достаточно стабильный и достаточно узкий, то такая продукция находит своего покупателя.

1.2 Анализ текущих бизнес-процессов ККЦ

После обследования компании была построена модель протекающих в ней бизнес-процессов, отражающая информацию об основных материальных и информационных потоках. На основании обработки информации была составлена модель AS-IS бизнес-процессов ККЦ. При моделировании системы была выбрана точка зрения технолога.

Описание модели AS-IS можно условно разделить на следующие части:

- контекстная диаграмма;
- диаграмма бизнес процессов организации.

Разработанная модель представлена на рисунках ниже (Рисунок 3-6). Данные схемы были разработаны в методологии IDEF0 с помощью программного средства Erwin Process Modeler.

Контекстная диаграмма

Первым шагом при построении модели протекающих на ККЦ бизнес-процессов стало создание контекстной диаграммы деятельности цеха. Контекстная диаграмма показывает взаимодействие цеха с внешней средой, то есть с остальными организационными структурами предприятия. На рисунке ниже (рисунок 3) изображена контекстная диаграмма процесса «Организация работы ККЦ».

При выполнении процесса осуществляется взаимодействие с внешней средой по входу, выходу, управлению и механизмам взаимодействия. Описания взаимодействия описаны ниже (таблица 1-4).

Таблица 1 – Взаимодействие по входу

Вход	Описание
Металлолом, обрезь	Основной материал при выплавке стали.
Чугун	Жидкий чугун, использующийся в процессе выплавки стали.
Шлакообразующие	Сыпучие, использующиеся для выделения окислов марганца и кремния для их дальнейшего преобразования в шлак.
Природный газ, кислород	Подаваемые для продувки плавки газы.
Легирующие, сыпучие материалы, ферросплавы	Материалы, использующиеся при выплавке стали, для дальнейшего доведения ее до требуемой марки с требуемым химическим составом.
Реагенты для доводки стали	Материалы для доведения стали до нужной марки.
Огнеупоры	Футеровка для защиты конвертера.

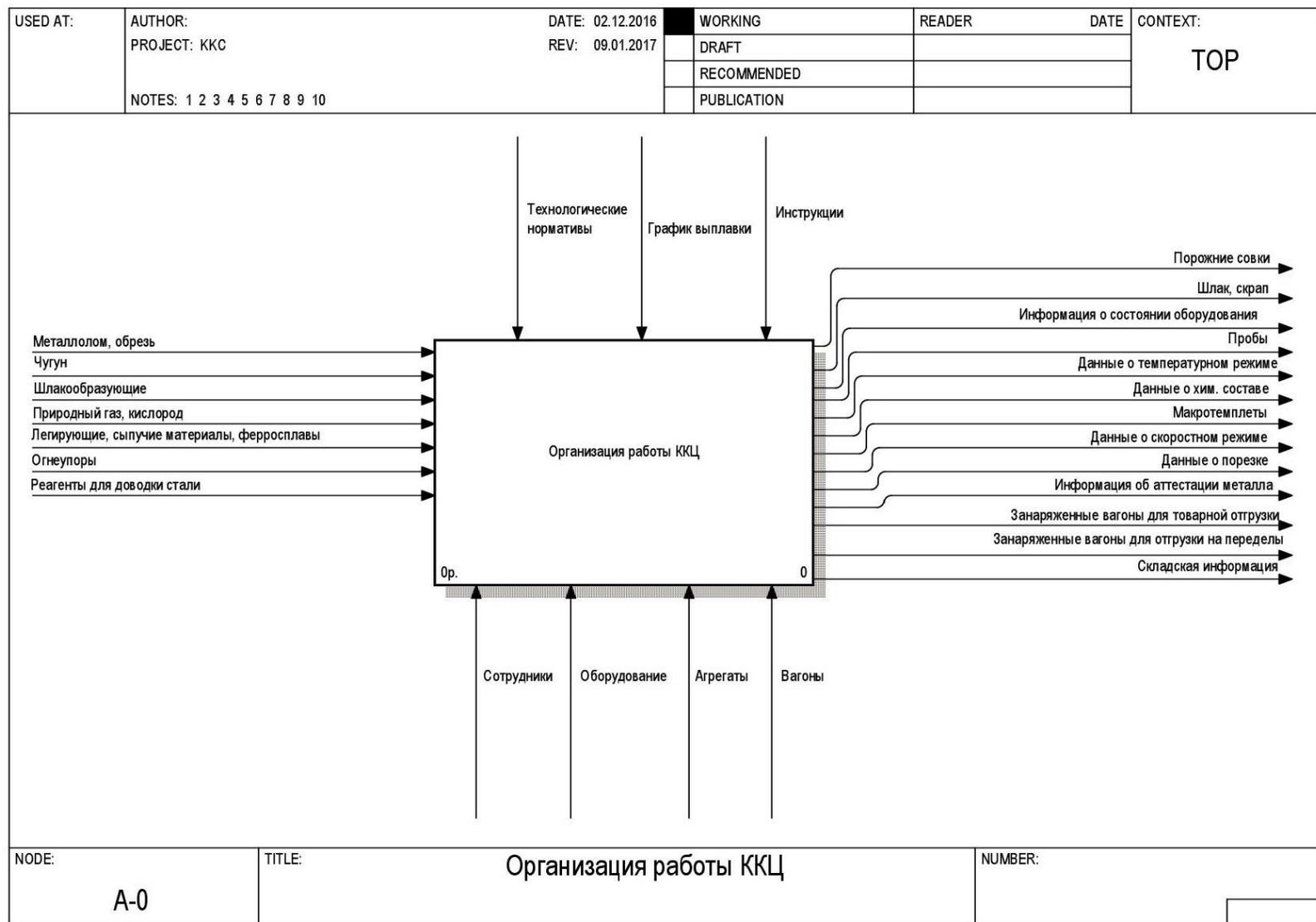


Рисунок 3 – Контекстная диаграмма

Таблица 2 – Взаимодействие по выходу

Выход	Описание
Порожние совки	Совки без металлолома и обрезки.
Шлак, скрап	Выделения окислов марганца и кремния.
Информация о состоянии оборудования	Оперативные данные о состоянии и износе оборудования, установленного на агрегатах
Пробы	Темплеты для отправки в лабораторию на проведение химических анализов.
Данные о температурном режиме	Данные о температуре подаваемой на конвертер плавки
Данные о химическом составе	Результаты химического анализа разливающейся плавки.
Макротемплеты	Образец порезанного сляба для дальнейшего лабораторного анализа
Данные о скоростном режиме	Данные о скорости разливки плавки.
Данные о порезке	Фактические данные о размерах и времени порезки слябовых заготовок
Данные об аттестации металла	Результат аттестации металлопродукции
Занаряженные вагоны для товарной отгрузки	Вагоны, содержащие слябовые заготовки, направленные на отгрузку по заказу
Занаряженные вагоны для отгрузки на переделы	Вагоны, содержащие слябовые заготовки, направленные на отгрузку на дальнейшую обработку в другие цеха
Складская информация	Информация о количестве, размерах, времени поступления и списания слябовых заготовок на складах ККЦ

Таблица 3 – Взаимодействие по управлению

Управление	Описание
Технологические нормативы	Словари и нормативы на производство продукции.
Графики выплавки	График выплавки, на основе которого в дальнейшем строится процесс графикования всех остальных участков и агрегатов цеха

Окончание таблицы 3

Управление	Описание
Инструкции	Совокупность инструкций технологического персонала, персонала цеха, включающие в себя требования из заказов и заданий.

Таблица 4 – Взаимодействие по механизму

Механизм	Описание
Сотрудники	Совокупность всех работников предприятия, выполняющих различные работы и разделенных по функциональному признаку.
Оборудование	Технические средства предприятия, используемые на агрегатах.
Агрегаты	Основные агрегаты цеха (МНЛЗ, Конвертер и так далее), используемые для непосредственного производства продукции.
Вагоны	Вагоны, перевозящие сыпучие материалы, слябовые заготовки и металлолом.

Диаграммы декомпозиции комплекса задач

Проведен анализ и ранжирование бизнес-процессов верхнего уровня, результат представлен в таблице 5. На рисунке 4 представлена диаграмма верхнего уровня.

Таблица 5 – Анализ и ранжирования бизнес-процессов верхнего уровня

Бизнес-процесс	Важность	Проблемность	Приоритетность
1. Организация работы участка выплавки стали	5 Очень высокая важность	3 Средняя проблемность	5
2. Организация работы отделения ковшевых пролетов	3 Средняя важность	2 Низкая проблемность	2

Окончание таблицы 5

Бизнес-процесс	Важность	Проблемность	Приоритетность
3. Организация работы отделения непрерывной разливки стали	5 Очень высокая важность	4 Высокая проблемность	5
4. Организация работы склада слябов	5 Высокая важность	5 Очень высокая проблемность	4

В результате анализа модели бизнес-процессов выделен процесс «Организация работы участка выплавки стали». На рисунке 5 представлено графическое отображение данного процесса.

Детализация процесса «Организация работы участка выплавки стали»:

- организация работы скрапного пролета;
- организация работы отделения перелива чугуна;
- организация работы шлакового пролета;
- организация работы конвертерного отделения.

Описание стрелок, входящих в процесс «Организация работы участка выплавки стали» представлено в таблицах 6-9.

Таблица 6 – Взаимодействие по входу

Вход	Описание
Металлолом, обрезь	Основной материал при выплавке стали.
Чугун	Жидкий чугун, для выплавки стали.
Шлакообразующие	Сыпучие, используемые для выделения окислов марганца и кремния для их дальнейшего преобразования в шлак.
Природный газ, кислород	Подаваемые для продувки плавки газы.
Легирующие, сыпучие материалы, ферросплавы	Материалы, используемые при выплавке стали, для дальнейшего доведения ее до требуемой марки с требуемым химическим составом.
Кладка	Материалы, используемые при ремонте и футеровке конвертера.

Таблица 7 – Взаимодействие по выходу

Выход	Описание
Порожние совки	Пустые совки, в которых ранее находился металлолом и обрезь.
Шлак, скрап	Результат выделения окислов марганца и кремния.
Информация о состоянии оборудования	Оперативные данные о состоянии и износе оборудования, установленного на агрегатах
Пробы	Темплеты для отправки в лабораторию на проведение химических анализов.
Данные о температурном режиме	Данные о температуре подаваемой на конвертер плавки
Шиберные затворы	Подлежащие замене затворы
Сталь	Выплавленная сталь для последующей подачи на МНЛЗ

Таблица 8 – Взаимодействие по управлению

Управление	Описание
Технологические нормативы	Словари и нормативы на производство продукции.
Графики выплавки	График выплавки, на основе которого в дальнейшем строится процесс графикования всех остальных участков и агрегатов цеха
Инструкции	Совокупность инструкций технологического персонала, персонала цеха, включающие в себя требования из заказов и заданий.

Таблица 9 – Взаимодействие по механизму

Механизм	Описание
Сотрудники	Совокупность всех работников предприятия, выполняющих различные работы и разделенных по функциональному признаку.
Оборудование	Технические средства предприятия, используемые на агрегатах.

Окончание таблицы 9

Механизм	Описание
Конвертер	Основной агрегат цеха, используемый для выплавки и доводки стали.

Проведен анализ и ранжирование бизнес-процессов «Организация работы участка выплавки стали», результат анализа представлен в таблице ниже (таблица 10).

Таблица 10 – Анализ бизнес-процессов «Организация работы участка выплавки стали»

Бизнес-процесс	Важность	Проблемность	Приоритетность
Организация работы скрапного пролета	4 Высокая важность	2 Низкая проблемность	3
Организация работы отделения перелива чугуна	5 Высокая важность	3 Средняя проблемность	4
Организация работы шлакового пролета	3 Средняя важность	2 Низкая проблемность	3
Организация работы конвертерного отделения	5 Очень высокая важность	4 Высокая проблемность	5

В результате анализа модели бизнес-процессов также выделен процесс «Организация работы отделения непрерывной разливки стали», отображен на рисунке 6.

Стрелки, использованные в данном процессе, представлены в таблицах 11-14.

Таблица 11 – Взаимодействие по входу

Вход	Описание
Сталь	Выплавленная сталь для последующей подачи на разливку на МНЛЗ
Реагенты для доводки стали	Материалы, с определенными химическими свойствами, используемые для доведения плавки до нужной марки стали

Таблица 12 – Взаимодействие по выходу

Выход	Описание
Информация о состоянии оборудования	Оперативные данные о состоянии и износе оборудования, установленного на агрегатах
Пробы	Темплеты для отправки в лабораторию на проведение химических анализов.
Данные о температурном режиме	Данные о температуре подаваемой на конвертер плавки
Данные о химическом составе	Результаты химического анализа разливаемой плавки.
Макротемплеты	Образец порезанного сляба для дальнейшего лабораторного анализа
Данные о скоростном режиме	Данные о скорости разливки плавки.
Данные о порезке	Фактические данные о размерах и времени порезки слябовых заготовок
Макротемплеты	Образец порезанного сляба для дальнейшего лабораторного анализа
Данные об аттестации металла	Результат аттестации металлопродукции
Обрезь	Остаток после порезки слябов, в дальнейшем списываемый в обрезь и идущий на переработку
Заготовки	Фактически порезанные слябовые заготовки

Таблица 13 – Взаимодействие по управлению

Управление	Описание
Технологические нормативы	Словари и нормативы на производство продукции.
Графики выплавки	График выплавки, на основе которого в дальнейшем строится процесс графикования всех остальных участков и агрегатов цеха
Инструкции	Совокупность инструкций технологического персонала, персонала цеха, включающие в себя требования из заказов и заданий.

Таблица 14 – Взаимодействие по механизму

Механизм	Описание
Сотрудники	Совокупность всех работников предприятия, выполняющих различные работы и разделенных по функциональному признаку.
Оборудование	Агрегат доводки стали
Основные производственные агрегаты	Машина непрерывного литья заготовок, машина газовой резки слябов

Далее в таблице 15 представлен анализ процессов «Организация работы отделения непрерывной разливки стали».

Таблица 15 – Процесс «Организация работы отделения непрерывной разливки стали»

Процесс	Важность	Проблемность	Возможность
1 Организация работы участка внепечной обработки стали	4 Высокая важность	4 Высокая проблемность	3
2 Организация участка непрерывной разливки	5 Высокая важность	4 Высокая проблемность	4
3 Организация работы участка резки заготовок	5 Очень высокая важность	4 Высокая проблемность	5

Анализ текущих бизнес-процессов с помощью модели AS-IS позволил выявить, что организация бизнес-процесса отгрузки слябовых заготовок со складов ККЦ является ключевой в разрезе оценки своевременности подачи заготовок на последующие переделы. К сожалению, практика также показывает, что участок отгрузки слябовой продукции не следует утвержденному графику, а по факту подстраивается под текущую ситуацию и следует инструкциям руководства в целях оперативной корректировки отклонений по исполнению заказов в срок. Для устранения данного несоответствия необходимо принимать организационные меры в отношении персонала цеха.

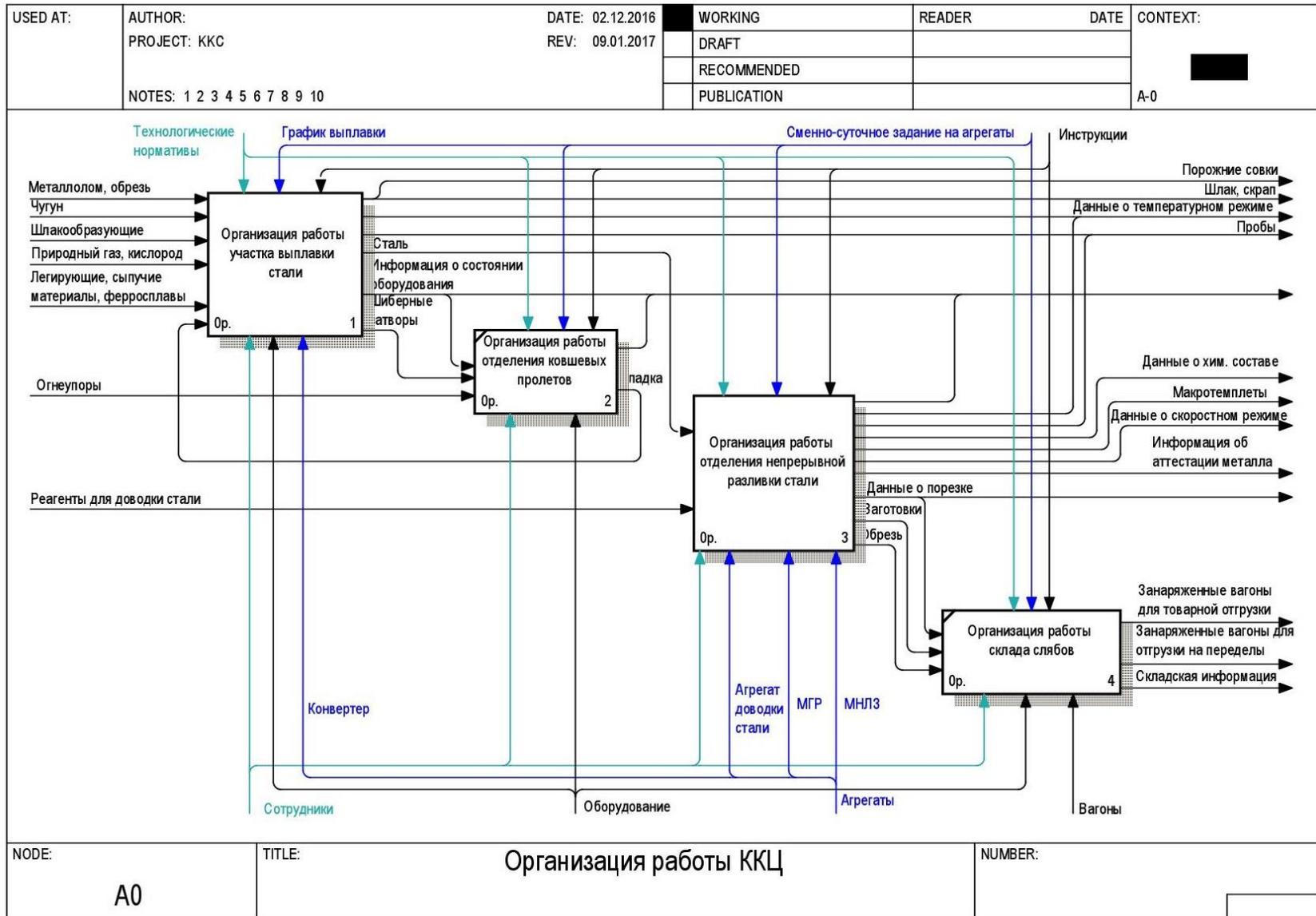


Рисунок 4 – Организация работы ККЦ ОАО «ММК»

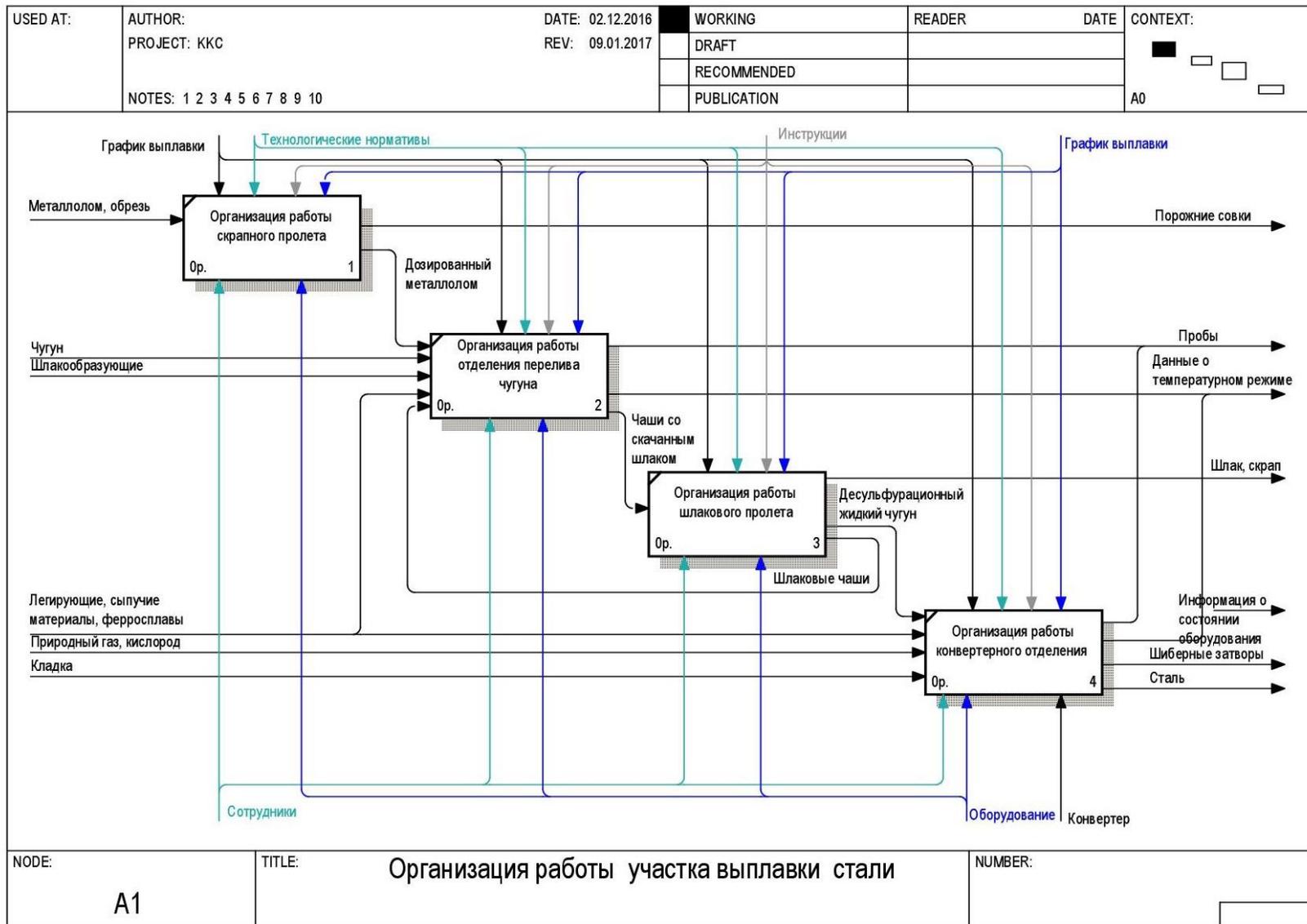


Рисунок 5 – Организация работы участка выплавки стали

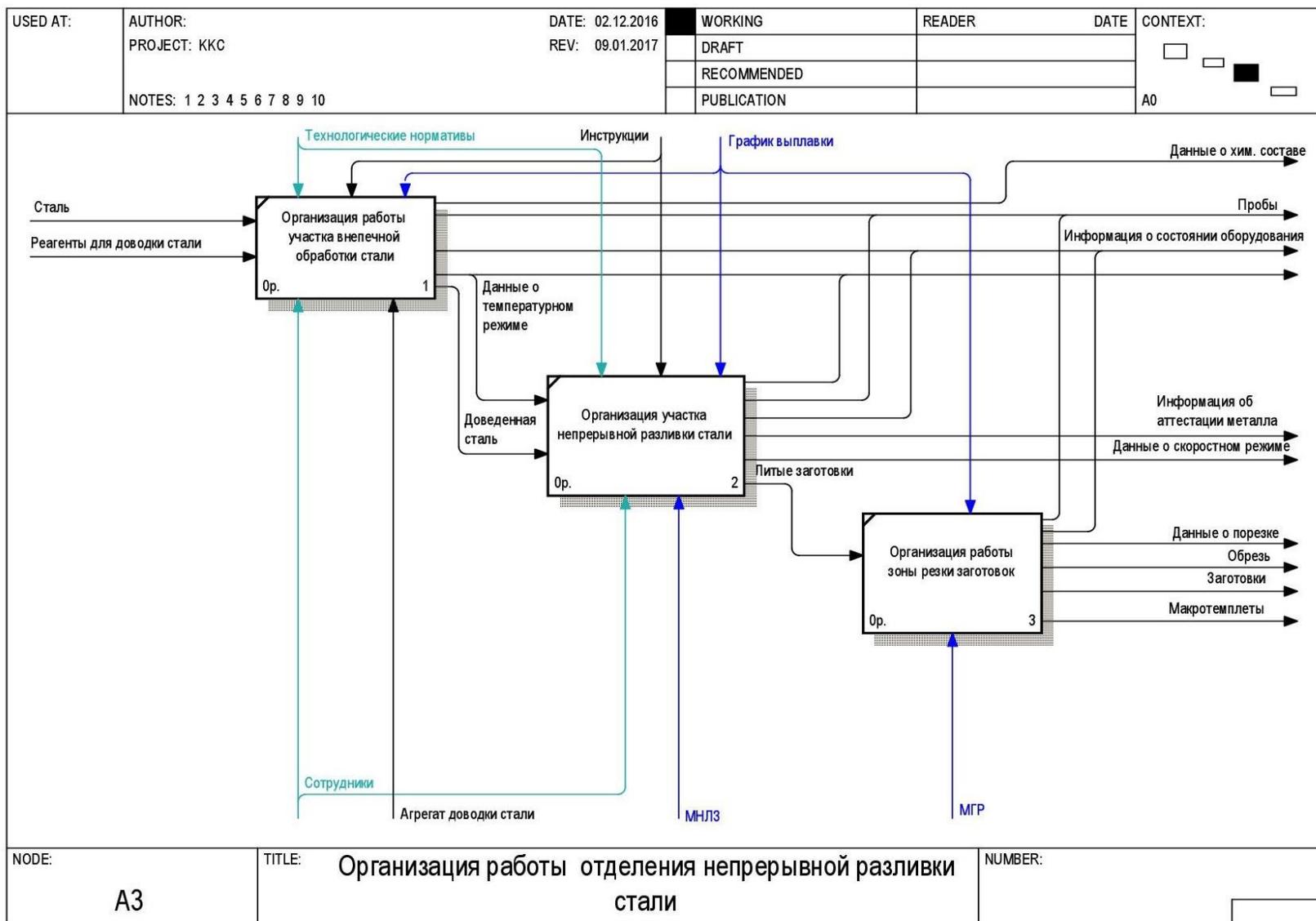


Рисунок 6 – Организация работы отделения непрерывной разливки стали

1.3 Особенности и сравнительный анализ методов оценки эффективности бизнес-процессов металлургических предприятий

Эффективность работы предприятия – комплексное многостороннее понятие. В рыночной экономике необходимым условием эффективного функционирования является баланс интересов всех участников бизнеса: собственников, менеджеров и производственных работников. Все они заинтересованы в эффективной работе предприятия. Таким образом, многосторонний контроль эффективности деятельности предприятия участниками бизнеса и внешними организациями создает для предприятия экономическую среду, где эффективная деятельность – необходимое условие его существования и функционирования.

Эффект как конечный результат хозяйственной деятельности характеризуется различными стоимостными и натуральными показателями. К ним можно отнести: объем производства продукции в натуральном и стоимостном выражении; прибыль (экономия) по отдельным элементам затрат; общую экономию от снижения себестоимости за счет экономии по отдельным элементам и множество других показателей.

Таким образом, эффективность это не абсолютная, а относительная величина.

Под бизнес-процессом разные авторы предлагают понимать:

– процесс из последовательности операций на предприятии, которые направлены на преобразование неких входных информационно-материальных потоков с целью получения результатов, представляющих ценность для клиента [5];

– процесс создания добавленной стоимости продукции, удовлетворяющей при этом потребностям клиента [6,7];

– совокупность взаимосвязанных функций, которые имеют один или более входов и выходов и завершаются созданием продукта, необходимого клиенту [8];

– упорядоченный процесс преобразования множества входов во множество выходов, который реализует бизнес-функцию предприятия;

– набор последовательных действий, которые приводят к решению определенной предпринимательской задачи.

Таким образом, в рамках, решаемых в данной работе задач, предлагается использование следующего определения: бизнес-процесс это целенаправленная совокупность взаимосвязанных действий, направленная на сбор, обработку и преобразование информационных потоков, направленная на обеспечение реализации основной бизнес-функции организации с достижением наилучшего уровня стратегического развития.

Анализ бизнес-процессов следует понимать в широком смысле: в него включается не только работа с графическими схемами, но и изучение всей доступной информации по процессам, измерение их основных показателей, сравнительный анализ и так далее [9].

В экономической литературе все основные методы определения эффективности экономических систем применительно к металлургической отрасли делятся на: параметрические методы и непараметрические [10].

Параметрические и непараметрические методы предполагают существование так называемой «границы эффективности», то есть максимально возможного потенциального уровня эффективности предприятия, относительно которой можно измерить эффективность конкретного предприятия.

Граница эффективности, в свою очередь, моделируется в зависимости от того, какие поведенческие предпосылки вводятся в отношении рассматриваемых предприятий. Данные модели позволяют рассматривать предприятие с различных точек зрения: либо как максимизирующую прибыль (включая одновременную минимизацию издержек и максимизацию выручки), либо как минимизирующую издержки, либо как максимизирующую производительность и так далее. В случае если предприятие заинтересовано в

максимизации производительности, границей эффективности будет служить максимально возможный уровень производительности при заданных издержках и внутренней ситуации на предприятии в целом. В конечном итоге эффективность рассчитывается на основе сравнения максимально возможного уровня производительности (границы эффективности) с фактическим уровнем предприятия [11].

Однако интерпретация результатов данного анализа должна осуществляться с учетом специфики используемой модели. Применительно к теме данного исследования необходимо отметить, что в случае расстановки приоритета на максимизации загрузки агрегатов (с целью повышения производительности всего цеха), также должна быть учтена и их пропускная способность, а также возможность производства брака (или «не попадания в марку») как факторы, отражающие риски при достижении поставленной цели. Включение влияния данных факторов поможет правильно оценить рассматриваемый цех, а в дальнейшем и предприятие в целом.

К группе параметрических методов относят:

- метод стохастической границы (Stochastic Frontier Approach (SFA)) [12],
- метод без спецификации распределения (Distribution Free Approach (DFA)) [13],
- метод широкой границы (Thick Frontier Approach (TFA)) [14].

Параметрические методы предполагают эконометрическое оценивание границы эффективности, то есть максимально возможного потенциального уровня эффективности предприятия. Конкретные оценки эффективности получают, сравнивая результат деятельности предприятия с максимально возможным. В отличие от непараметрических подходов, где ряд предприятий будет иметь 100% эффективность, при использовании параметрического подхода все предприятия могут иметь уровень эффективности ниже максимального.

Основа параметрического метода оценки эффективности – модель стохастической границы. В ее основе лежит предположение о том, что неэффективность несимметрично распределена, тогда как случайная ошибка подчиняется симметричному распределению. Модель выглядит следующим образом [11]:

$$Y = XP + (V_i - U), i = 1... N, \quad (1)$$

где V_i – случайная ошибка, распределенная нормально;

U_i – неэффективность, имеющая одностороннее распределение.

Часть $(x_i p + V)$ является стохастической границей в том смысле, что ее положение для предприятия i зависит не только от детерминированной части $x_i P$, но и от воздействия на каждое конкретное предприятие случайных факторов, представленных компонентом V_i . Таким образом, для каждого предприятия будет рассматриваться своя «точка» эффективности.

В модели стохастической границы специфицируется конкретная функциональная форма границы эффективности. Как правило, используется функция в логарифмах с перекрестными влияниями, в которой издержки предприятия являются зависимой переменной, а объясняющие переменные – показатели выпуска, цены ресурсов и их перекрестные произведения.

Другие параметрические подходы, не требующие спецификации вида распределения неэффективности, – это метод без спецификации распределения (Distribution-free approach, DFA) и метод широкой границы (Thick frontier approach, TFA) [11].

Метод без спецификации распределения предполагает, что существует устойчивая во времени средняя эффективность для каждого предприятия, а случайные ошибки за некоторый промежуток времени усредняются до нуля.

В целом, метод без спецификации распределения повторяет метод стохастической границы, однако его особенность заключается в том, что оценка неэффективности не может быть отделена от случайной ошибки.

Предполагается, что эффективность постоянна во времени, а средняя величина случайной ошибки за период стремится к нулю.

При использовании данного метода для оценки параметров регрессионного уравнения используются только предприятия, имеющие издержки, принадлежащие низшему квартилю распределения в своем классе по объему активов.

В рамках метода определяется функциональная форма зависимости издержек и прибыли от входных параметров и предполагается, что отклонения от прогнозных значений внутри наивысшего и самого низкого квартилей представляется собой случайную ошибку. Отклонения в прогнозных значениях между наивысшим и самым низким квартилями представляется собой показатель неэффективности. Метод TFA не предоставляет возможность оценки эффективности отдельного предприятия, а нацелен на анализ общего уровня эффективности в выборке.

Параметрические методы обладают рядом преимуществ. Во-первых, они учитывают такую характеристику как стохастичность – все они дают оценку эффективности, а не ее строгое вычисление. В отличие от непараметрических, параметрическим методам не требуется применение дополнительных методик для тестирования гипотез о значимости полученных оценок и влиянии различных факторов. Во-вторых, в методах учтена возможность случайных ошибок, например, из-за ошибок построения границы или неверной отчетности. Неправильное измерение эффективности работы одного предприятия не влечет за собой смещение оценок остальных предприятий.

К непараметрическим методам можно отнести следующие методы:

– метод анализа среды функционирования (Data Envelopment Analysis (DEA)) [13];

– частный случай DEA - метод свободной оболочки (Free Disposal Hull (FDH)) [14].

Непараметрический подход предполагает, что ряд предприятий является максимально эффективной группой и, следовательно, формирует границу эффективности. Эффективная граница формируется как кусочно-линейная кривая, которая соединяет наиболее эффективные значения, тем самым, формируя выпуклую кривую производственных возможностей. В основе данного метода лежит возможность линейных комбинаций наборов входных и выходных переменных, что предполагает взаимозаменяемость ресурсов.

Однако данный метод позволяет оценить только относительную эффективность предприятия, поскольку предполагает оценку эффективности рассматриваемого предприятия относительно других.

Метод свободной оболочки (FDH) – это особый случай метода анализа среды функционирования (DEA), отличающийся тем, что точки на линиях, соединяющих наиболее максимальные значения показателей, не включаются в границу эффективности. В отличие от метода анализа среды функционирования (DEA), данная модель не предполагает наличие взаимозаменяемости ресурсов, поскольку применяется производственная функция леонтьевского типа, в результате чего граница эффективности имеет ступенчатый вид [15].

Непараметрические методы обладают двумя преимуществами перед параметрическими методами. Во-первых, для оценки эффективности не нужно знать функциональную форму границы эффективности. Граница представляется в виде произвольной ломаной кривой. Во-вторых, непараметрические методы обходятся без предположений о распределении показателя неэффективности.

Кроме того, непараметрические методы не учитывают влияние случайных факторов на эффективность исследуемых элементов и не включают возможные ошибки измерения. Также непараметрические методы не требуют принятия каких-либо предположений относительно функциональной взаимосвязи между расходами и эффектами. Кривая границы эффективности определяется на

основе эмпирических данных с использованием линейного программирования [14].

Однако использование непараметрических методов для оценки эффективности европейской промышленности не является очень популярным направлением.

Вопрос об эффективности в промышленности, как правило, рассматривается в литературе с точки зрения одномерной перспективы, с использованием традиционных экономических и финансовых показателей, таких как: производительность труда, производительности активов или рентабельности, основанной как на секторных данных, так и анализе отдельных компаний [16].

Недавние работы, посвященные анализу эффективности предприятий с использованием разных методов, показали, что оценки, получаемые с помощью параметрических и непараметрических методов, могут значительно отличаться, не только по абсолютному значению, но и при ранжировании предприятий по уровню эффективности [16].

Выводы по разделу один

Результатом данной главы послужила сводная характеристика рассматриваемого кислородно-конвертерного цеха, произведено описание основы его функционирования, а также описание основных бизнес-процессов и построение схем информационных и материальных потоков в нотации IDEF0.

Также в данной главе были рассмотрены основные подходы и методы анализа эффективности производственных предприятий, нашедшие свое применение в металлургической отрасли.

На основе проведенного анализа существующих методов был сделан вывод об их недостаточной эффективности, поскольку оценки, получаемые с помощью параметрических и непараметрических методов, могут значительно отличаться, не только по абсолютному значению, но и при ранжировании предприятий по уровню эффективности.

2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ККЦ ОАО «ММК»

2.1 Метод главных компонент

В связи с возникновением ситуаций, когда объект исследования характеризуется множеством разнообразных параметров, каждый из которых измеряется или оценивается, встает вопрос анализа полученного в результате исследования нескольких однотипных объектов массива исходных данных. Поэтому возникает необходимость осуществления анализа связи и взаимозависимости между исходными параметрами, для того, чтобы отбросить часть из них или заменить их меньшим числом каких-либо функций от них, сохранив при этом по возможности всю содержащуюся в них информацию.

В связи с этим возникают задачи снижения размерности, перехода от исходного массива данных к существенно меньшему количеству показателей, отобранных из числа исходных или полученных путем некоторого их преобразования (с наименьшей потерей информации, содержащейся в исходном массиве), и классификации – разделения рассматриваемой совокупности объектов на однородные группы.

Одним из эффективных способов, позволяющих установить и измерить причинно-следственные связи между различными процессами в социально-экономических системах, является метод главных компонент (РСА). Основная задача этого метода состоит в сокращении размерности исходного набора данных, состоящего из большого числа взаимосвязанных факторов, сохраняя при этом изменчивость данных в полученном итоговом наборе данных.

Цель анализа главных компонент в задачах экономики выявить основные тенденции изменения исследуемых признаков экономического объекта и определить группы признаков, которые изменяются во времени одинаковым образом.

Методом главных компонент называется комбинация приемов, которая позволяет выявить ведущие факторы вариации изучаемых случайных величин

[17]. Метод основывается на нахождении собственных чисел и собственных векторов корреляционной матрицы, и после нахождения взвешиванием компонентов собственных векторов. После взвешивания эти компоненты дают значения коэффициентов корреляции с независимыми факторами, что представлено с помощью линейной комбинации значений анализируемых случайных величин. Комбинации собираются так, чтобы представлять собой оси ортогональной системы координат и при этом оставаться независимыми друг от друга.

Метод главных компонент также связан с каноническим корреляционным анализом (ССА), который определяет системы координат, оптимально описывающие кросс-ковариации между двумя наборами данных, в то время как метод главных компонент определяет новую ортогональную систему, которая оптимально описывает дисперсию в одном наборе заданных координат.

Метод главных компонент не игнорирует ковариации и корреляции, но все же делает акцент на отклонениях. Математическая модель главных компонент базируется на допущении, что значения множества взаимосвязанных признаков порождают некоторый общий результат. В этой связи при представлении исходных данных важна матрица признак-признак, в которой содержится вся информация о попарной связи между признаками. Предположив линейную форму связи между признаками, можно записать в матричной форме уравнение зависимости результата F от признаков X в виде:

$$F = X \times B, \quad (2)$$

где B – вектор параметрических значений линейного уравнения связи.

Условием выполнения такого равенства является соответствие дисперсий, то есть $D(X) = D(X \times B)$. Поскольку X является многомерной случайной величиной, то ее дисперсионная оценка – это ковариационная матрица S . Постоянная величина B выносится за знак дисперсии и возводится в квадрат, в результате чего получается $D(F) = B' S B$.

Первой главной компонентой $f_1(x)$ набора первичных признаков $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ называется такая линейная комбинация этих признаков, которая среди прочих линейных комбинаций обладает наибольшей дисперсией. Геометрически это означает, что первая главная компонента ориентирована вдоль направления наибольшей вытянутости гиперэллипсоида рассеивания исследуемой совокупности данных. Вторая главная компонента имеет наибольшую дисперсию рассеивания среди всех линейных преобразований, некоррелированных с первой главной компонентой, и представляет собой проекцию на направление наибольшей вытянутости наблюдений в гиперплоскости, перпендикулярной первой главной компоненте. В качестве исходных данных обычно выбирается матрица объект-признак X . Поскольку характеристиками объектов могут служить признаки различной природы, то данные необходимо стандартизировать, то есть провести центрирование (вычитание среднего значения) и нормирование (деление на среднеквадратичное значение) данных [18].

На следующем шаге вычисляется матрица корреляций R между признаками, то есть осуществляется переход к матрице признак-признак. Диагональные элементы этой матрицы равны единице, а сама матрица симметрична относительно этой диагонали, так как $r_{ij} = r_{ji}$.

Далее определяется матрица собственных векторов V , которая, также, как и предыдущая, является квадратной и состоит из n строк и n столбцов. Компоненты каждого собственного вектора представлены в виде вектора-столбца, сумма квадратов составляющих которого вследствие ортогональности равна единице.

На следующем этапе проводится расчет матрицы собственных чисел, которая является диагональной, то есть здесь только на диагонали матрицы находятся собственные числа: все прочие элементы матрицы равны нулю. Размерность этой матрицы, как и двух предыдущих, составляет $n \times n$. Каждое значение λ_j определяет дисперсию каждой главной компоненты. Суммарное

значение равняется сумме дисперсий исходных признаков. При условии стандартизации исходных данных.

На последнем шаге вычисляются главные компоненты:

1) С помощью матрицы находятся два или три наибольших собственных числа (такой выбор обусловлен желанием визуализировать многомерные объекты в двумерной плоскости или трехмерном пространстве);

2) По матрице в определяются собственные вектора, которые соответствуют выбранным собственным числам;

3) Найденные таким образом собственные вектора умножаются последовательно на строки исходной матрицы, формируя значения главной компоненты для каждого объекта [18].

Число главных компонент должно быть меньше или равно количеству исходных переменных. Преобразование этих компонент определяется таким образом, что первая основная компонента имеет наибольшую возможную дисперсию (то есть, составляет большую часть изменчивости данных, насколько это возможно), и каждая последующая компонента в свою очередь, имеет самую высокую дисперсию, достигаемую при ограничении, чтобы она была ортогональна к предыдущим компонентам. Полученные векторы являются некоррелированным ортогональным базисом.

Общая изменчивость процесса изменения признаков определяется как сумма дисперсий исходных факторов. Каждая главная компонента выделяет некоторый независимый подпроцесс, протекающий в рамках процесса изменения всех признаков исследуемого объекта. Независимость означает, что между различными подпроцессами, выделенных с помощью главных компонент, корреляция равна нулю. Вклад, который каждая главная компонента, вносит в общую изменчивость процесса можно оценить с помощью собственного значения. Сумма всех собственных значений равна сумме дисперсий всех признаков исследуемого объекта. Таким образом, вклад каждого подпроцесса, выделенной с помощью главной компоненты, в общую

изменчивость процесса можно оценить по величине собственного значения данной главной компоненты.

Метод PCA чувствителен к относительному масштабированию исходных переменных.

Метод главных компонент получает все большее распространение, его можно использовать в тех случаях, когда можно предполагать, что значения случайной величины постоянно изменяются под влиянием ограниченного числа факторов и эти факторы могут быть выражены через исследуемые случайные величины.

Особенностью данного метода считается его способность уменьшать размерность данных, потеряв при этом минимальное количество информации. Используется в задачах для обработки многомерных наблюдений, когда исследователя интересуют лишь те признаки, которые обнаруживают наибольшую изменчивость при переходе от одного объекта к другому.

PCA в основном используется в качестве инструмента поискового анализа данных и для создания прогностических моделей. Также данный метод может быть достигнут путем разложения на собственные значения ковариации данных (или корреляции) матрицы или сингулярного разложения матрицы данных. Результаты PCA, как правило, рассматриваются с точки зрения компоненты оценки, иногда так называемого фактора оценки (преобразованные значения переменных, соответствующие конкретной точке данных), а также нагрузок (удельный вес, с помощью которого каждая нормированная исходная переменная должна быть умножена для получения итогового значения компоненты).

Метод главных компонент является самым простым методом многомерного анализа собственных векторов. Зачастую, работу этого метода можно рассматривать как выявление внутренней структуры данных, таким образом, что лучше всего объясняет расхождения в данных. Если многомерный массив данных визуализируется в виде набора координат в многомерном пространстве

данных, PCA может предоставить пользователю более низкую, одномерную картину, проекцию или «тень» этого объекта. Это делается с помощью только первых нескольких основных компонент, таким образом, размерность преобразованных данных уменьшается.

Из оптимальных свойств главных компонент следует, что они оказываются полезным статистическим инструментарием в следующих задачах:

- автоматическом прогнозировании большого числа анализируемых показателей по сравнительно малому числу вспомогательных переменных;
- визуализации многомерных данных;
- построении типобразующих признаков;
- типологизации многомерных объектов;
- предварительном анализе геометрической и вероятностной природы массива исходных данных [19].

К методу главных компонент также обращаются и при построении различного рода регрессионных моделей.

Данный метод тесно связан с факторным анализом. Однако факторный анализ, как правило, включает в себя более конкретные предположения о глубинной структуре и рассматривает собственные векторы несколько иной матрицей.

2.2 Метод собственных состояний

Развитие метода главных компонент применительно к анализу и прогнозированию социально-экономических систем позволило сформулировать новый метод – метод собственных состояний [17].

Построение моделей методом собственных состояний заключается в вычислении и выборе ключевых собственных состояний системы, ориентированных на сформулированные факторы успеха и четко демонстрирующие причинно-следственные взаимодействия, связанные со стратегическим характером изменений развития организаций.

В настоящее время метод собственных состояний используется и при анализе сложных систем для решения следующих задач:

- анализ финансовой устойчивости компании [20];
- оценка эффективности работы энергосбытовых предприятий [21];
- интерпретация бизнес-процессов предприятия и их анализа в зависимости от целевых установок и параметров производственной деятельности [22];
- оценка инвестиционной привлекательности региона [23];
- исследование эффективности процессов развития города [24].

Для оценки эффективности работы рассматриваемого цеха предполагается построение «эталонной» модели, описывающей его идеальное функционирование при заданных факторах. Методология построения эталонной модели рассматриваемого цеха предполагает решение следующих задач:

1) Формирование набора показателей, описывающих функционирование цеха. Показатели должны описывать разносторонние процессы. Все показатели должны быть нормализованы. Нормализация включает устранение ошибок, пропущенных данных, а также выравнивание диапазонов изменения показателей (это означает, что все показатели должны меняться в одном диапазоне чисел).

В качестве набора показателей будут рассматриваться сформированные в рамках данной работы ключевые показатели эффективности кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК».

2) Формулировку требований для повышения эффективности работы цеха, представляющие либо ограничения на изменения ряда показателей либо набор индикаторов устойчивости с их нормативными значениями.

3) Вычисление собственных состояний. Весовые коэффициенты собственных состояний определяются по собственным векторам либо выборочной ковариационной матрицы, либо матрицы выборочных начальных вторых моментов набора показателей. При вычислении выборочной

ковариационной матрицы используется центрированный набор показателей. В качестве центра распределения используются среднеарифметические значения показателей. При вычислении матрицы выборочных начальных вторых моментов используется исходный набор показателей без центрирования.

Собственные векторы матриц вычисляются методом Хаусхолдера [25]. Каждый собственный вектор имеют ту же размерность, что и вектор состояния экономической системы, и коэффициенты собственного вектора интерпретируются как весовые коэффициенты показателей собственного состояния. Таким образом, каждый собственный вектор описывает собственное состояние предприятие, которое характеризует определенную тенденцию развития предприятия.

Все выделенные собственные состояния являются независимыми (первое свойство собственных состояний [25]), то есть развитие одной тенденции (собственного состояний) не влияет на развитие других тенденций (собственных состояний). Поэтому, удаление одних собственных состояний не приведет к изменению других собственных состояний. В рамках каждой тенденции (собственного состояния) показатели меняются пропорционально весовым коэффициентам собственного состояния (второе свойство собственных состояний [25]).

4) Построение модели устойчивого развития из собственных состояний, полученных на предыдущем шаге. В процессе построения модели выполняется проверка соответствия собственных состояний требованиям устойчивого развития предприятия.

Если требования представлены в виде ограничений на изменения ряда показателей, то проверяется соответствие изменений исходных показателей, в рамках каждого собственного состояния, требованиям экономической устойчивости предприятия, используя второе свойство собственных состояний. Если требования устойчивого развития представлены в виде индикаторов

устойчивости с их нормативных значений, то для каждого собственного состояния вычисляются значения индикаторов.

2.3 Теоретические аспекты разработки КРІ

В данной работе под системой ключевых показателей эффективности (КПЭ) понимается система производственных и организационных показателей, влияющих на количественное или качественное изменение результатов по отношению к стратегической цели или ожидаемому результату. Система сбалансированных показателей включает КРІ, необходимые для каждого объекта контроля (производственное или структурное подразделение), и методику их оценки. Ключевые показатели эффективности позволяют производить контроль деловой активности. Для термина «key performance indicators (КРІ)» зачастую используется русский перевод «ключевые показатели эффективности», однако это не совсем верно в отношении термина «performance», который включает в себя не только эффективность, но и результативность.

По стандарту ISO 9000:2008, результативность – это степень достижения запланированных результатов (способность компании ориентироваться на результат), а эффективность – соотношение между достигнутыми результатами и затраченными ресурсами (способность компании к реализации своих целей и планов с заданным качественным уровнем, выраженным определёнными требованиями – временем, затратами, степенью достижения цели). Таким образом, правильным переводом термина КРІ будет «ключевой показатель результата деятельности», так как результат деятельности содержит в себе и степень достижения, и затраты на получение результата[26]. КРІ – это инструмент измерения поставленных целей. Если показатель, который вы придумали, не связан с целью, то есть не образуется исходя из её содержания, тогда нельзя использовать данный КРІ.

Ключевые показатели эффективности делятся на:

– запаздывающие (отражающие результаты деятельности по истечении периода);

– опережающие (предоставляющие возможность управлять ситуацией в пределах отчётного периода с целью достижения заданных результатов по его истечении).

К запаздывающим показателям относятся финансовые показатели. Финансовые показатели демонстрируют связь с желаниями собственника и возможностями компании генерировать денежные потоки, однако в силу своего запаздывающего характера не могут описывать текущую эффективность подразделений и компании в целом [27].

Оперативные (опережающие) показатели рассказывают о текущей деятельности подразделений и компании в целом, параллельно и косвенно отвечая на вопросы о том, какие денежные потоки могут быть в будущем, а также каково качество процессов и продукции, степень удовлетворённости заказчиков

Задача системы КРІ состоит в переводе стратегии компании в комплексный набор показателей ее деятельности, определяющий основные параметры системы измерения и управления. Набор показателей задает основу для формирования стратегии компании и включает количественные характеристики для информирования сотрудников об основных факторах успеха в настоящем и будущем. Формулируя ожидаемые результаты, компания ставит цель и создает условия для ее реализации, а высшее руководство направляет энергию, способности и знания сотрудников на решение задач долгосрочной перспективы.

Информации должно быть ровно столько, сколько необходимо для анализа; гораздо важнее, чтобы она была объективной, точной и поступала в срок

В научной литературе выделяют следующие правила и принципы внедрения КРІ:

1) Правило «10/80/10» – Каплан и Нортон рекомендовали использовать не более 20 KPI. Хоуп и Фрейзер предлагают использовать не более 10. Самой лучшей рекомендацией из существующей практики является правило «10/80/10». Это означает, что организация должна иметь около 10 ключевых показателей результативности, до 80 производственных показателей и 10 ключевых показателей эффективности. Для подразделений Панов рекомендует использовать не более 10-15 KPI, в противном случае менеджеры будут перегружены планированием, а руководство компании – «разбором полётов» по исполнению KPI, которые не сильно влияют на результативность, как подразделения, так и компании [28];

2) Принцип управляемости и контролируемости – подразделению, ответственному за определённый показатель, должны быть выделены ресурсы на его управление, а результат может быть проконтролирован [28];

3) Принцип партнерства – успешное решение задачи повышения производительности требует установления эффективного партнерства между всеми заинтересованными лицами: совместная разработка стратегии внедрения системы, необходимость добиться понимания того факта, что требуются перемены;

4) Принцип перенесения усилий на главные направления – повышение производительности требует расширения полномочий сотрудников организации, особенно тех, кто работает непосредственно на «передовой линии»: помощь сотрудникам нуждающимся в повышении квалификации, обеспечение проведения тренингов, передачу ответственности на разработку собственных KPI, эффективное действие коммуникаций (горизонтальной и вертикальной);

5) Принцип интеграции процессов оценки показателей, отчетности и повышения производительности – очень важно, чтобы менеджеры создали такую интегрированную схему оценки показателей и отчетности, которая стимулировала бы конкретные ответственные действия. Необходимо регулярно

проводить отчетные совещания, по срокам, в зависимости от сложности решаемого вопроса;

б) Принцип согласования производственных показателей со стратегией – показатели производственной деятельности лишены всякого смысла до тех пор, пока они остаются не привязанными к текущим критическим факторам успеха (КФУ), составляющим сбалансированную систему показателей (ССП), и стратегическим целям организации.

Исходя из этого, ключевыми факторами успешной реализации системы КПЭ являются:

1) Предварительная разработка стратегии, которая является определяющим фактором успеха. Система ключевых показателей эффективности – это инструмент информационного обеспечения процесса принятия управленческого решения;

2) Определение целей организации с учетом того, насколько достижение поставленной цели увеличивает стоимость компании;

3) Наличие информационной системы, являющейся источником данных и базой для определения ключевых показателей эффективности;

4) Поддержка руководства, изменение стиля корпоративного управления и системы стимулирования персонала. При оценке эффективности работы происходит пересмотр принципов стимулирования (премирования) сотрудников, поскольку система оценки ключевых показателей эффективности замыкается на оценку деятельности конкретного сотрудника;

5) Постоянное использование системы, введение ее в качестве необходимого инструмента в деятельности руководителя.

Позитивный эффект внедрения системы КРІ обусловлен повышением общей эффективности деятельности компании, поскольку при действенности системы каждый сотрудник фирмы осознает связь между своими конкретными обязанностями и стратегическими целями компании. Руководители, обладая механизмом поддержки принятого решения, имеют возможность измерить

эффективность работы каждого подразделения и могут влиять на процесс реализации стратегии компании.

Внедрение системы КРІ на предприятии проходит несколько этапов. Последовательность этапов является определяющей, и ее изменение негативно отражается на работоспособности системы.

Этап 1. Формирование стратегии.

Четко сформулированная стратегия описывает основные шаги, которые следует предпринять для достижения поставленных целей и желаемых результатов. Стратегия компании должна быть разбита на конкретные стратегические инициативы, в рамках которых выделены задачи для отдельных структурных подразделений. Важнейшим элементом данного этапа является определение приоритетов стратегических инициатив и координация между подразделениями. Это позволяет значительно экономить средства и время.

Этап 2. Определение важнейших факторов успеха.

На втором этапе определяются важнейшие факторы успеха, то есть параметры хозяйственного и экономического аспектов деятельности компании, которые являются жизненно важными для реализации ее стратегии.

Этап 3. Определение ключевых показателей эффективности.

На данном этапе происходит отбор мероприятий по реализации стратегии. Инструментом для определения важнейших факторов успеха являются ключевые показатели эффективности, именно количественные показатели, выраженные в цифровой форме. Необходимо сконцентрироваться только на самых существенных из них, отсекая все второстепенные, сокращая их количество до так называемых «ключевых». Количество этих показателей должно быть ограниченным (для реальности их выполнения и качества мониторинга). Кроме того, выбранные показатели должны стимулировать сотрудников на осуществление соответствующих действий.

Исходя из вышеизложенного текста, можно выделить следующие требования к КРІ:

- ограниченное количество;
- единство для всей организации;
- измеримость, возможность дать показатель в цифровом выражении;
- прямая связь с важнейшими факторами успеха;
- подконтрольность, то есть возможность влиять на факторы;
- стимул для сотрудника.

Учитывая масштабы и специфику металлургической отрасли необходимо отметить, что первоочередной задачей для обеспечения эффективности автоматизированного производственного планирования является своевременная фиксация всех внештатных ситуаций таких, как простои и снижение производительности ввиду поломок оборудования или человеческого фактора.

Актуализация информации о выполнении заказов, состоянии и загруженности оборудования, заполнении складов также оказывает немаловажное влияние на точность планирования. При накоплении отклонений или истечении временного периода наполнения портфеля заказов должен происходить автоматический пересчет и корректировка планов всех уровней для дальнейшей актуализации производственного плана и повышения степени его эффективности.

Эффективность от автоматизации производственного планирования должна быть получена за счёт следующих источников:

1) Совершенствования бизнес-процессов:

- улучшения качества исполнения коммерческих заказов и повышения уровня клиентского сервиса;
- повышения коэффициента использования ключевых активов и сменного оборудования;
- ускорения оборачиваемости оборотных средств, снижения сверхнормативных запасов сырья и материалов;

– повышения уровня выхода годного (продукции, соответствующей заказу по нормируемым характеристикам качества) и повышения уровня технологии;

– снижения непроизводительных затрат, издержек и потерь;

2) Совершенствования процессов управления:

– оптимизации бизнес-процесса формирования и управления портфелем заказов;

– совершенствования планирования и управления производством;

– совершенствования управления производственной нормативно-справочной информацией (НСИ).

Условия обеспечения запланированных показателей эффективности:

1) Правильно выбраны критерии расчёта и выбора варианта многовариантного расчёта календарных и оперативных планов;

2) Модель планирования учитывает все технологических правила, ограничения, межоперационные сроки; план рассчитан правильно и адекватен ситуации;

3) Дисциплина исполнения рассчитанных планов производственным и технологическим персоналом соблюдается;

4) Правила и инструкции по работе в системе эксплуатационным и производственным персоналом соблюдаются;

5) Регламенты работы пользователей в системе соблюдаются;

6) Полнота, правильность, непротиворечивость и актуальность НСИ обеспечивается;

7) Входные исходные данные из смежных взаимосвязанных систем в систему планирования правильны, полны и своевременны.

Условия и нештатные ситуации, при которых возможны отклонения от запланированных показателей эффективности:

1) Нарушение технологических режимов, несоответствие ведения процессов нормативным документам, непопадание в заказ по качеству;

2) Возникновение аварий и нештатных ситуаций основного оборудования, прерывание доступности запланированных ресурсов;

3) Ненадлежащее качество сырья, материалов и ингредиентов для получения требуемого химического состава стали и качества продукции (чугун, лом, ферросплавы, легирующие добавки и так далее);

4) Нарушение непрерывности и правильности функционирования взаимосвязанных систем и интерфейсов с ними;

5) Нарушение непрерывного функционирования программно-аппаратной платформы системы, либо отклонения от заданных параметров функционирования.

Основное преимущество систем КРІ состоит в том, что процесс принятия решений сводится к анализу данных, которые доступны в любой момент и представлены в заранее утвержденном формате. А основным преимуществом системы, построенной на базе ключевых показателей, является ее универсальность. Она нацелена и на то, чтобы повысить заинтересованность персонала в результатах деятельности компании. При разработке КРІ учитывают специфику деятельности организации. Применять КРІ можно как для оценки работы всей компании, ее отдельных подразделений так и конкретных работников. Кроме того, система КРІ позволяет сопоставить однородные процессы, которые протекают в различных условиях. Также она дает возможность сравнить показатели по нескольким подразделениям за один и тот же период.

Выводы по разделу два

С точки зрения рассматриваемой задачи, а именно – оценки эффективности производственной деятельности ККЦ наиболее подходящим методом выступает анализ показателей процесса.

В качестве анализируемых показателей будут выступать уже существующие показатели производственного процесса, дополненные разработанными в

данной работе относительными показателями, относящимися к эффективности, образующими в совокупности систему ключевых показателей эффективности (KPI) процесса автоматизированного планирования.

В качестве метода анализа ключевых показателей выбран метод главных компонент. Достоинством этого метода является то, что он позволяет представить поведение изучаемой системы в виде набора статистически независимых составляющих. Сущность метода главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных.

Предлагаемая методика может быть адаптирована к оценке эффективности работы других цехов металлургических переделов в качестве инструмента мониторинга, управления и повышения эффективности их функционирования.

3 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ККЦ ОАО «ММК» С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ

3.1 Определение ключевых факторов эффективности работы ККЦ

Основной целью для разработки КРІ и повышения эффективности работы любого передела должна являться отгрузка заказа в соответствии с фиксированной расчетной датой отгрузки, первоначально выданной системой датой с точностью до одного дня («день в день»). Это решение обусловлено уже упоминавшейся ранее концепцией производственного планирования, основанной на наполнении портфеля заказов.

Для того чтобы добиться высокого уровня соответствия фиксированной расчетной дате отгрузки необходимо соблюдение нормативных показателей и графиков на всех этапах производства. В связи с этим, можно выделить ключевые факторы, оказывающие наибольшее влияние на отгрузку заказов «день в день».

На данном этапе в результате анализа бизнес-процессов рассматриваемого цеха был сформулирован сводный перечень факторов, оказывающих влияние на производственную эффективность цеха. Помимо этого были сформулированы целевые

Все показатели были ранжированы по внутренним подразделениям комбината и представлены в виде таблицы (таблица 16).

Таблица 16 – Перечень КПЭ оценки деятельности переделов по исполнению заказов в срок

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Заместитель начальника цеха			
1. Наличие не назначенных плавков на участке УПиОЗГС	Наличие не назначенных плавков, разлитых в смену после 12 часов от факта окончания разливки	В расчете учитывается общее количество не назначенных плавков, разлитых в смену. Под не назначенной плавкой понимается отсутствие назначения под заказ не менее чем на 70% слябов от плавки (должны быть назначены все слябы за исключением посадных, переходных и акцептационных)	Оценка работы заместителя начальника цеха по назначению плавков под заказ
Конвертерное отделение			
2. Выполнение задания по выплавке в соответствии с контактными графиком в разрезе смены	Плановое количество плавков в сохраненном задании на смену (помарочно) / фактически произведенное количество плавков в смену (помарочно)	Сравнивается количество запланированных плавков на смену по маркам стали с фактически выплавленными плавками. Количество плавков считается по открытию отсечных клапанов В сравнении не учитывается количество и порядок выплавки по конвертерам. Итоговый показатель рассчитывается как сумма показателей ранее пересохраненных планов	Оценка работы конвертерного отделения по исполнению заданий в срок (сравнение марок стали в плане и факте производства)
3. Выполнение заказов в объеме от сменного задания	Плановое и фактическое количество заказов в разрезе задания на смену	Выполнение заказов в интервале ± 3 часа в объеме % от сменного задания	Оценка работы конвертерного отделения по исполнению заказов в смене
Участок внепечной обработки			
4. Получение заданного химического состава в % от запланированного объема плавков в смену	Задание на химический состав плавки из производственной спецификации / 2-я разливочная проба, при ее отсутствии - 3-я.	Сравнивается плановый и фактический химический состав плавки, поступившей на разливку в соответствии с актуальным (сохраненным) планом. Учет плавков ведется по времени конца доводки. Показатель рассчитывается как отношение плавков, соответствующих заданному составу к общему количеству плавков за смену	Оценка работы участка внепечной обработки стали по исполнению заказов в срок (получение планируемых химических составов)

Продолжение таблицы 16

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Участок внепечной обработки			
5. Отдача плавки на МНЛЗ с отклонением температуры	Требуемая температура плавки для разливки (из тех карты) / фактическая температура плавки (из паспорта)	Произвести учет кол-ва плавков, отданных на разливку с нарушением температуры в % отношении от общего числа плавков за смену	Оценка работы участка внепечной обработки стали по исполнению заказов в срок (задержка плавки на контроль поверхности и макроструктуры после разливки)
6. Соблюдение норматива цикла доводки стали в % от общего объема	Длительность цикла обработки стали на агрегате ковш-печь, нормативы по доводке стали	Сравнение фактического времени доводки стали в печь-ковше с нормативными значениями из КСУ НСИ	Оценка работы участка внепечной обработки стали по исполнению заказов в срок (получение качественных химических составов)
Отделение разливки и прокатки			
7. Выполнение контактного графика разливки за смену	Сохраненный контактный график / фактическое время разливки плавки	Время отклонения фактического начала разливки плавки от планового времени разливки более чем 20 мин	Оценка работы участка разливки по исполнению заказов в срок (несвоевременная отдача слябов по заданию в случаях внеплановых остановок МНЛЗ)
8. Соблюдение технологии разливки в части влияния на хим. состав стали	Наличие факта нарушения скоростного режима разливки, температурного режима разливки	По отдельности рассматриваются факты нарушения технологии разливки в части скоростного и температурного режимов	Оценка работы участка разливки по исполнению заказов в срок (соблюдение температурного режима, скорости разливки)
Участок газовой резки			
9. Порезка слябов по заданию внутри плавки	Плановая порезка слябов, включенным в плавку на момент начала разливки / фактическая порезка слябов	По каждой разлитой плавке, сравниваем фактические размеры и кол-во слябов с актуальным заданием на разливку и определяем процент слябов, порезанных по заданию. Учитывать по фактическому времени смены	Оценка работы участка разливки по исполнению заказов в срок (полнота и правильность исполнения задания на порезку слябов)

Продолжение таблицы 16

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Отделение посада литых заготовок (ОПЛС)			
10. Соблюдение графика посада (% подачи слябов по графику)	Плавкопартии сохраненного графика посада / фактически поданные плавкопартии	В расчет показателя входит количество слябов, запланированных к посаду, но не поданных в печи стана г/п. Сохранение плавкопартий производить автоматически за 4 часа до планового времени подачи слябов в печи стана	Оценка работы участка ОПЛС по исполнению заказов в срок (полнота и правильность исполнения графика посада)
(ТОЛ)			
11. Соблюдение графика зачистки	Сохраненный график зачистки слябов / Фактически зачищенные слябы	Производится сравнение по каждому слябу в партии по времени окончания зачистки с интервалом 20 минут по окончании зачистки всей партии	Оценка работы ТОЛ по выполнению заказов в срок (исполнение графика зачистки слябов)
12. Соблюдение норматива на отбор проб и темплетов	Нормативные требования к процессу отбора проб и темплетов / фактические условия отбора проб и темплетов	По каждой плавке оцениваются условия, при которых происходил отбор проб для дальнейшего хим. анализа и темплетов для проведения мех. испытаний. Показатель рассчитывается как процент нарушений от нормативных параметров	Оценка работы ТОЛ по отбору проб и темплетов (соблюдение условий отбора проб и темплетов)
13. Соблюдение норматива погрузки/выгрузки вагонов местного/ прямого парка	Нормативные требования к погрузке и отгрузке в пределах цеха / фактические данные	По каждой плавке оценивается процент нарушений требований к отгрузке и погрузке. При расчете показателя учитываются данные только по отгрузке в пределах цеха (подача на агрегаты)	Оценка работы ТОЛ по соблюдению требований к внутрицеховой погрузке и отгрузке
ТОЛ			
14. Комплектация партий/ слябов к графику посада в срок не позднее плановой подачи слябов в печи стана	Скомплектованные плавко-партии, общее количество плавков, план посада ЛПЦ-10	Каждая плавка должна быть укомплектована в партии не позднее начала посада плавки в печи стана горячей прокатки. Производится анализ каждой плавки. Показатель рассчитывается как процентное отношение некомплектованных плавков от общего количества плавков в серии	Оценка работы ТОЛ по исполнению заказов в срок (своевременная комплектация прокатных партий)

Продолжение таблицы 16

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Отделение контроля производства (ОКП)			
15. Аттестация плавков в срок не позднее момента окончания разливки	Дата аттестации плавки из паспорта плавки / дата окончания разливки из паспорта плавки	Аттестация должна производиться по 2 или 3 пробе с момента начала разливки. Показатель рассчитывается как процентное отношение несвоевременно аттестованных плавков к общему количеству плавков, разлитых в смену	Оценка работы КОП по исполнению заказов в срок (своевременная аттестация металла)
16. Формирование макротемплетов в срок не более 4ч от окончания разливки	Время формирования макротемплетов из паспорта плавки / время окончания разливки	Показатель рассчитывается как процент несвоевременно сформированных макротемплетов от общего количества макротемплетов	Оценка работы ОКП по исполнению заказов в срок (своевременное формирование макротемплетов для последующего анализа)
17. Формирование признака посада в срок не более 4ч от появления в системе ковшевой пробы №1	Время формирования признака посада / время появления в системе данных о ковшевой пробе №1	Показатель рассчитывается как процентное отношение несвоевременно сформированных признаков к общему количеству разлитых слябов. Сравнение должно производиться по каждой плавке в разрезе смены	Оценка работы ОКП по исполнению заказов в срок (формирование графика посада)
18. % аттестации слябов по технологии «за марку»	Данные об аттестации металла из паспорта сляба	Каждый сляб должен быть аттестован «за марку» согласно плану. Показатель рассчитывается как процент отклонений по аттестации	Оценка работы ОКП по исполнению заказов в срок (соблюдение качества)
19. Соблюдение норматива на прием слябов после зачистки	Нормативные и фактические параметры приемки слябов	Расчет должен производиться путем оценки процентного отношения количества отклонений от норматива от общего количества приемочных работ	Оценка работы ОКП по исполнению заказов в срок (соблюдение норматива приемки)
20. Соблюдение норматива на оформление накладных и сертификатов на отгрузку	Заполненные накладные, сертификаты / требования к оформлению документов на отгрузку	Производится проверка соответствия оформления накладных и сертификатов нормативным требованиям и положениям. Показатель рассчитывается как процент отклонений в сутки	Оценка работы ОКП по исполнению заказов в срок (соблюдение требований к оформлению сопроводительной документации)

Продолжение таблицы 16

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Лаборатория			
Выдача результатов ковшевых проб в срок не более 15 минут от момента отбора	Время отбора и окончания обработки ковшевых проб	Производится сравнение времени отбора и обработки ковшевых проб. Отклонение по выдаче результата от времени отбора более чем на 15 минут, считается нарушением	Оценка работы лаборатории по выполнению заказов в срок (оценка оперативности выдачи результата)
Срок обработки макротемплетов от момента их поступления в лабораторию	Время поступления в лабораторию и окончания обработки макротемплетов	Производится сравнение времени поступления в лабораторию и обработки макротемплетов. Отклонение по выдаче результата от времени поступления более чем на 15 минут, считается нарушением	Оценка работы лаборатории по выполнению заказов в срок (оценка оперативности обработки макротемплетов)
Срок доставки макротемплетов от момента их отбора	Время отбора и доставки макротемплетов	Производится сравнение времени отбора и доставки макротемплетов. Отклонение более чем на 30 минут, считается нарушением	Оценка работы лаборатории по выполнению заказов в срок (оценка оперативности доставки макротемплетов в лабораторию)
Срок доставки посадных проб от момента их отбора	Время отбора и доставки посадных проб	Производится сравнение времени отбора и доставки посадных проб. Отклонение более чем на 30 минут, считается нарушением	Оценка работы лаборатории по выполнению заказов в срок (оценка оперативности доставки посадных проб в лабораторию)
Срок обработки посадных проб от момента их поступления в лабораторию	Время поступления в лабораторию и окончания обработки посадных проб	Производится сравнение времени поступления в лабораторию и обработки посадных проб. Отклонение по выдаче результата от времени поступления более чем на 15 минут, считается нарушением	Оценка работы лаборатории по выполнению заказов в срок (оценка оперативности обработки посадных проб)
Логистика			
Соблюдение графика товарной отгрузки	Сохраненный график товарной отгрузки / фактическая отгрузка слябов	Сравнивается перечень запланированных к отгрузке заказов и факт отгрузки. Сравнение производится как в количестве заказов, так и в количестве слябов по заказу	Оценка работы отдела логистики по исполнению заказов в срок (полнота и правильность исполнения графика отгрузки)

Окончание таблицы 16

Фактор	Входные данные	Методика расчета	Цель расчета
Управление производства (УП)			
Количество пересохранений оперативного плана	Количество версий оперативного плана	В расчете показателя не учитываются пересохранения плана по причинам ККЦ	Оценка работы персонала УП по обоснованному пересохранению оперативного плана после корректировок
Соответствие автоматически созданного задания выплавки/прокатки фактическим потокам в опер. плане	Суточные корзины на текущие сутки / сохраненный оперативный план на текущие сутки	Производится сравнение объема суточных корзин по потоку с объемом задания по этим же потокам в оперативном плане. Показатель должен отображаться в сводном виде, как среднее значение корректировок, и раскрываться с детализацией до потока.	Оценка работы персонала УП по исполнению корзин календарного плана в объемной составляющей
Количество случаев установки кристаллизаторов вне горизонта недельного плана	План расстановки кристаллизаторов в красной зоне (кампании кристаллизаторов / недельный план установки кристаллизаторов)	Обеспечить ежесуточное сохранение плана компаний и недельного плана расстановки кристаллизаторов. Производить учет совпадений недельного плана кристаллизаторов с сечениями кристаллизаторов плана кампаний без учета номера МНЛЗ	Оценка работы персонала УП по формированию недельного плана расстановки кристаллизаторов
Соответствие заказов в оперативном плане и заказам из корзин календарного плана на горизонте ± 3 дня	Первоначальная дата разлива заказа в календарном плане / дата разлива заказа в сохраненном оперативном плане	Расчет производится путем сравнения перечня позиций заказов и запланированного веса в календарном плане с перечнем и весом заказов в сохраненном оперативном плане. Производится ежесуточный расчет показателя в %. На основе ежесуточных показателей производится расчет показателя с начала месяца как средняя сумма суточных значений	Оценка работы персонала УП по исполнению заказов в срок.

Разработанная система ключевых показателей может быть адаптирована и применима к оценке эффективности работы Электро-сталеплавильных цехов, поскольку организация их бизнес-процессов достаточно схожа, за исключением некоторых технологических особенностей.

Кроме того, при дальнейшей работе данная система может быть масштабируема и адаптирована, то есть, дополнена показателями, описывающими работу других цехов, входящих в существующие потоки, и будет способна наиболее полно охватить существующие группы бизнес-процессов, тем самым, позволяя оказать на них влияние в следующих направлениях:

1) Улучшение качества исполнения коммерческих заказов и повышение уровня клиентского сервиса, что включает в себя:

- обеспечение поставки по заказам «точно в срок»;
- сокращение объёмов задержанных заказов (просрочек по заказам);
- повышение дисциплины отгрузок на основе «посуточной» отгрузки;
- повышение степени удовлетворённости потребителей и уровня клиентского сервиса;
- снижение количества претензий и рекламаций от потребителей по причине нарушения сроков поставки металлопродукции;
- совершенствование процесса приёмки заказов в части оценки возможности и целесообразности принятия заказа по технологическим условиям его исполнения;
- точное прогнозирование сроков выполнения заказов/транспортировки; возможность планирования выполнения коммерческих заказов с точностью до дней;
- управление приоритетами на производство и отгрузку металлопродукции;
- обеспечение непрерывного слежения за состоянием исполнения заказов с уведомлением производственного персонала и персонала служб сбыта

о возникающих отклонениях и рисках неисполнения условий заказа на всех этапах жизненного цикла заказа;

– контроль фактов, причин и значений отклонений характеристик полуфабрикатов от требований и особых условий заказов (отсортировки) на каждом этапе производства;

– предоставление клиентам информации о состоянии исполнения заказа на всех этапах жизненного цикла заказа; оперативное реагирование на критические отклонения от текущего плана с соответствующим извещением об этом клиентов.

2) Повышение коэффициента использования ключевых активов и сменного оборудования за счет:

а) совершенствование производства и улучшение производственных показателей, включающее в себя:

– увеличение объемов производства за счет сокращения простоев и оптимальной загрузки мощностей;

– минимизация перекосов технологических грузопотоков, обеспечение сбалансированной равномерной загрузки технологических потоков и производственных мощностей за счет синхронизации работы цехов и агрегатов и сокращения циклов производства;

– увеличение серийности производства, минимизация перестроек, переналадок оборудования, оптимизация серий и монтажей;

– оптимизация использования сменного оборудования (кристаллизаторов, повышение процента использования рабочих валков и так далее) за счёт оптимизации количества перестроек и переналадок оборудования;

– сокращение режимных простоев/недоиспользования мощностей за счет синхронизации работы цехов и рационального формирования монтажных партий;

– оптимизация использования складских площадей и транспортных операций за счёт планирования загрузки складов с учётом маршрута дальнейшей обработки металлопродукции.

б) совершенствование процессов логистики за счет:

– оптимизации перевозок (оптимизация маршрутов перевозок, сокращение простоев подвижного состава) и снижение издержек за счёт формирования отгрузочных партий по вагонным нормам, судовым партиям и направлениям отгрузки; оптимизация сроков отгрузки на экспорт (через порты РФ) по спецификациям;

– оптимизации внутризаводских транспортных перевозок за счёт оптимизации планирования маршрутов производства металлопродукции;

– совершенствования процесса заказа и подачи вагонов за счёт своевременного и более точного прогнозирования их потребности; минимизация отклонений фактического использования подвижного состава от заявки цехов на предоставление подвижного состава;

– минимизации рисков недогруза и перегруза вагонов; улучшение показателя величины (максимального) использования грузоподъёмности вагона.

в) повышение эффективности использования оборудования за счет:

– уменьшения времени внеплановых простоев по причине несоблюдения требований технического обслуживания и ремонтов (ТОиР);

– ускорения оборачиваемости оборотных средств, снижение сверхнормативных запасов сырья и материалов.

г) оптимизация страховых запасов и производственного цикла за счет:

– оптимизации страховых запасов готовой продукции за счёт более точного прогнозирования сроков выполнения заказов и синхронизации работы цехов, рационального использования заготовки и планирования производства под заказ комплектными партиями;

- управления (оптимизации) уровнем незавершенного производства за счёт более точного прогнозирования сроков выполнения заказов, синхронизации работы цехов и планирования производства под заказ комплектными партиями;

- оптимизации времени производства металлопродукции по заказам, сокращение цикла исполнения заказов за счёт комплектной задачи, производства и отгрузки по заказам;

- минимизации объёмов продукции неудовлетворительного планирования продукции неудовлетворительного планирования (ПНП).

д) совершенствование бизнес-процессов снабжения и подготовки производства

- сокращения складских запасов материалов за счет более точного прогнозирования их потребности (исключение сверхнормативных запасов);

- повышения уровня подготовки производства на основе календарного определения потребностей в сменном оборудовании и материалах за счет формализации и применения правил и ограничений при планировании и производстве металлопродукции.

е) повышение уровня выхода годного (продукции, соответствующей заказу по нормируемым характеристикам качества) и повышение уровня технологии за счет:

- минимизации рисков нарушения технологии (жесткие посадки, правила переходов, технологические скорости, тоннажность полуфабрикатов и так далее) за счёт автоматизированного нормирования показателей, правил и регламентов при управлении технологическими процессами;

- повышения качества продукции, снижение уровня отсортировки от заказов (повышение выхода годного) из-за несоответствия полученных параметров слябов/проката нормируемым характеристикам за счёт:

- обеспечения возможности автоматического контроля качества на этапах производства и отгрузки по спецификациям заказа за счёт привязки каждой единицы изделия к заказу и информационного обеспечения;

- улучшения качества полуфабрикатов/готовой продукции и показателей стабильности технологического процесса контроля технологии за счёт увеличения серийности производства, минимизации переходных режимов и перенастроек оборудования станков и агрегатов.

ж) снижение следующих непроизводственных затрат, издержек и потерь:

- расход сырья, материалов и энергоресурсов;
- логистических издержек;
- издержек от несоответствия по качеству;
- издержек от неэффективного использования оборудования.

Совершенствование приведенных бизнес-процессов в свою очередь предполагает оказание положительного влияния и на процессы производственного управления:

1) Оптимизация бизнес-процесса формирования и управления портфелем заказов;

2) Совершенствование планирования и управления за счет:

- повышения качества планирования производства за счёт многовариантного расчёта календарного плана по различным критериям оптимизации с заданным горизонтом планирования;

- повышения гибкости при планировании: возможность изменения правил, ограничений, настроек по мере изменения ситуации;

- возможности отмены изменений и возврат к предыдущей версии плана, оценка качества альтернативных планов;

- получения календарного плана производства, сбалансированного с планами и ограничениями последующих производств, обеспечению отгрузки, заказу транспорта, материалов, полуфабрикатов и энергоресурсов;

- оптимизации планирования отгрузки по направлениям отгрузки с учётом вагонных норм и судовых партий и ограничений по отправке;
- оптимизации планирования потребности в транспорте, материалах, полуфабрикатах и энергоресурсах;
- высокой производительности, сокращения времени расчёта планов производства;
- немедленного уведомления производственного персонала и персонала служб сбыта о возникающих отклонениях и рисках неисполнения условий заказа;
- сокращения времени реакции на незапланированные изменения входных условий и минимизация времени оперативного перепланирования производства при возникновении недопустимых отклонений, нештатных ситуаций и форс-мажорных обстоятельств, требующих изменения первоначальных планов и графиков;
- повышения качества принятия оперативных управленческих решений, направленных на исполнение сформированных планов на всех уровнях планирования и управления производством с учетом реакции на текущую производственную ситуацию и нештатные ситуации, возникающие в процессе производственной деятельности за счёт создания своевременного, полного и достоверного проблемно-ориентированного информационного обеспечения персонала;

3) Совершенствование управления производственной нормативно-справочной информацией (НСИ) за счёт:

- поддержания в актуальном состоянии нормативно-справочной информации;
- управления регулирующими качество продукции документами;
- передачи информации от смены к смене на всех уровнях планирования и управления.

3.2 Разработка КРІ

Приведенный набор показателей является излишне исчерпывающим, что противоречит первому правилу построения системы КРІ – «Правило «10/80/10». Таким образом, результатом более глубокого анализа бизнес-процессов ККЦ послужил сводный перечень, содержащий в общей сложности 14 ключевых показателей, включающих в себя отдельно показатели, позволяющие произвести оценку непосредственно производственной деятельности сотрудников ККЦ, а также руководителей, утверждающих планы на смену/сутки, календарные планы – производственное управление (УП).

В связи с сокращением перечня показателей появилась потребность в пересмотре и углублении методики расчета оставшихся показателей для достижения их наибольшего отражения результатов производственных процессов.

Перечень КПЭ ККЦ

1) Назначение в соответствии с заданием

Показатель применяется для оценки работы заместителя начальника цеха. В результате расчета показателя оценивается количество назначенных плавков под заказ.

Источником плановых данных для расчета данного показателя служит оперативный суточный план на разливку.

В качестве фактических данных используется факт производства из серий разливки. При расчете показателя не должны учитываться переходные, посадные плавки, а также акцептационный металл.

Показатель рассчитывается как процентное отношение назначенных слябов к общему количеству металла в актуальном плане на разливку.

Плавка считается попавшей в план при выполнении следующих условий:

– если все порезанные слябы назначены не позднее, чем через 20 часов после окончания разливки, вне зависимости от соответствия фактически

порезанного количества и размеров слябов запланированному количеству и параметрам;

– если первое назначение плавки производилось на заказ по заданию.

В случае отклонения назначения любого количества слябов в плавке от задания плавка считается не попавшей в план.

Расчет производится по факту окончания разливки по следующей формуле:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^N \left(\min\left(\frac{|V_{\text{план}_i} - V_{\text{факт}_i}|}{\max(V_{\text{план}_i}, 100)}, 1\right) * \frac{V_{\text{план}_i}}{\sum_{k=1}^N V_{\text{план}_k}}\right)\right) * 100, \quad (3)$$

где N – количество плавков;

$V_{\text{план}}$ – планируемый объем плавков по данному показателю;

$V_{\text{факт}}$ – фактический объем плавков по данному показателю.

Расчет показателя производится посуточно по параметру «Учетная дата».

2) Выполнение задания по выплавке

Данный показатель применяется для оценки работы конвертерного отделения по исполнению заказов в срок. По результату расчета оценивается соответствие марок стали в плане факту производства.

В качестве плановых входных данных для расчета данного показателя необходимо использовать запланированное количество и время выплавки плавков в смене (помарочно) в актуальном оперативном плане.

В качестве источника фактических данных используются серии плавков.

Показатель рассчитывается исходя из отношения фактически выплавленных плавков по каждой марке к запланированному количеству плавков в оперативном плане. Соответствие определяется после назначения металла на марку, но не позднее 20 часов с момента окончания разливки плавки.

В сравнении не должен учитываться порядок плавков и номера конвертеров.

В расчете показателя рассматривается первое назначение на марку в паспорте плавки.

Показатель считается ежедневно по дате начала выплавки из паспорта плавки.

3) Получение заданного химического состава в процентном отношении от запланированного объема плавки в смену

Показатель применяется для оценки работы участка внепечной обработки стали по исполнению заказов в срок. Оценка производится по получению планируемых химических составов.

В качестве входных плановых данных при расчете данного показателя используется задание на химический состав плавки из производственной спецификации.

В качестве фактических данных используется химический анализ 2-ой разливочной пробы (при ее отсутствии – 3-ей) из паспорта разливки.

Показатель рассчитывается как процентное отношение количества соответствующих заданному химическому составу плавки к общему количеству плавки в смене.

Учет плавки необходимо производить по времени окончания разливки из серий разливки. Из результатов расчета должны быть исключены плавки, несоответствующие по количеству Азота.

В случае назначения плавки на несколько заказов с разными спецификациями, для расчета необходимо использовать обобщенный химический состав из нескольких спецификаций.

Расчет показателя осуществляется ежедневно.

4) Отдача плавки на МНЛЗ с отклонением температуры

Показатель применяется для оценки работы участка внепечной обработки стали по исполнению заказов в срок. Оценивается задержка плавки на контроль поверхности, а также макроструктуры после окончания разливки.

В качестве входных плановых данных при расчете данного показателя используется температура, заданная из паспортов участка внепечной обработки стали (УВОС) и разливки.

В качестве фактических данных необходимо использовать фактическую температуру поступившей на МНЛЗ плавки из паспорта УВОС с учетом отклонений (± 3 °С).

Показатель рассчитывается как процентное отношение количества плавков, отданных с нарушением температуры, от общего числа плавков в смене.

Расчет показателя осуществляется ежесуточно.

5) Выполнение задания по разливке

Показатель применяется для оценки работы отделения разливки по исполнению заказов в срок. Оценивается своевременность отдачи слябов по заданию в случаях внеплановых остановок МНЛЗ.

Входными данными для расчета показателя является запланированное в оперативном задании на разливку время окончания разливки плавки в серии.

В качестве фактических данных рассматривается фактическое время окончания разливки.

Показатель рассчитывается как процентное отношение своевременно выполненных в соответствии с заданием плавков с отклонением от планового времени не более чем на 15 минут к общему количеству запланированных плавков.

Показатель считается ежесуточно по дате окончания разливки.

6) Выполнение задания по порезке слябов

Показатель применяется для оценки работы отделения разливки по исполнению заказов в срок. Оценивается полнота и правильность исполнения задания на порезку слябов.

Плановыми входными данными является график порезки слябов в плавке на момент начала разливки, содержащий информацию о времени начала и окончания порезки, плановых размерах и количестве слябов по каждой разлитой плавке.

В качестве фактических данных используются данные о фактических размерах и количестве порезанных слябов. Учет ведется по фактическому времени окончания смены.

Показатель рассчитывается как процентное отношение слябов, порезанных в соответствии с актуальным планом, к фактически вырезанным по плавке по следующей формуле:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^N \left(\min\left(\frac{|V_{\text{план}_i} - V_{\text{факт}_i}|}{\max(V_{\text{план}_i}, 100)}, 1 \right) \right) * \frac{V_{\text{план}_i}}{\sum_{k=1}^N V_{\text{план}_k}} \right) * 100, \quad (4)$$

где N – количество слябов;

$V_{\text{план}}$ – планируемый объем слябов по данному показателю;

$V_{\text{факт}}$ – фактический объем слябов по данному показателю.

Расчет показателя осуществляется ежесуточно.

7) Выполнение графика посада ст. 2000

Показатель применяется для оценки работы отделения посада и очистки заготовок горячего стана (ОПиОЗГС) по исполнению заказов в срок. Оценивается полнота и правильность исполнения графика посада.

В расчете данного показателя учитываются плавко-партии, запланированные к посаду в соответствии с графиком посада ЛПЦ-10.

В качестве плановых данных необходимо использовать задания на прокатку (плавко-партии) из графика посада, сохраненные за 3 часа до планового времени подачи слябов в печи стана.

В качестве факта используется количество слябов, запланированных к посаду, но не поданных в печи стана.

В случае изменения планового времени посада или его переформирования после сохранения, дальнейшее отличие факта от плана необходимо считать отклонением.

Показатель рассчитывается как процентное отношение количества слябов, запланированных к посаду, но не поданных в печи, к запланированному по следующей формуле:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^N \left(\min\left(\frac{|V_{\text{план}_i} - V_{\text{факт}_i}|}{\max(V_{\text{план}_i}, 100)}, 1\right) * \frac{V_{\text{план}_i}}{\sum_{k=1}^N V_{\text{план}_k}}\right)\right) * 100, \quad (5)$$

где N – количество слябов;

$V_{\text{план}}$ – планируемый объём слябов по данному показателю;

$V_{\text{факт}}$ – фактический объём слябов по данному показателю.

Расчет показателя осуществляется ежесуточно.

8) Соблюдение графика отгрузки

Показатель применяется для оценки работы участка ОПиОЗГС по исполнению заказов в срок. Оценивается полнота и правильность исполнения графика отгрузки.

Входными данными служат сохраненный график отгрузки слябов по заказам и фактические данные об отгрузке слябов.

Показатель рассчитывается как процентное отношение своевременно отгруженных по заданию слябов к общему количеству запланированных к отгрузке слябов по следующей формуле:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^N \left(\min\left(\frac{|V_{\text{план}_i} - V_{\text{факт}_i}|}{\max(V_{\text{план}_i}, 100)}, 1\right) * \frac{V_{\text{план}_i}}{\sum_{k=1}^N V_{\text{план}_k}}\right)\right) * 100, \quad (6)$$

где N – количество слябов;

$V_{\text{план}}$ – планируемый объём слябов по данному показателю;

$V_{\text{факт}}$ – фактический объём слябов по данному показателю.

При расчете данного показателя не учитываются тупики.

Расчет показателя производится ежесуточно.

Перечень КПЭ производственного управления (УП)

1) Количество пересохранений оперативного плана

Показатель применяется для оценки работы персонала УП по обоснованному пересохранению оперативного плана после внесения изменений.

В качестве входных данных используются сохраненные версии оперативных планов. При расчете не должны учитываться версии, сохраненные по причинам ККЦ.

Показатель определяется как количество сохраненных версий оперативных планов по причинам УП.

2) Соответствие суточного задания календарному плану

Показатель применяется для оценки работы персонала производственного управления по исполнению корзин календарного плана в объемной составляющей при формировании суточного задания на разливку и горячую прокатку.

В качестве входных данных используется объем суточных корзин календарного плана с детализацией по потокам и объем заданий по этим же потокам из суточного задания.

Показатель рассчитывается как процентное соответствие суточного задания на выплавку / прокатку календарному плану, и отображаться как общее среднее значение отклонения по выплавке и прокатке по всем потокам.

3) Соответствие оперативного плана суточному заданию

Показатель применяется для оценки работы персонала производственного управления по исполнению актуального суточного задания на выплавку плавок при формировании оперативного сменного плана на выплавку в объемной составляющей.

Плановыми входными данными является суточное задание и актуальный оперативный план на разливку с возможностью дальнейшей детализации по потокам.

Показатель рассчитывается как процентное соответствие оперативного плана на разливку суточному заданию, и отображаться как общее среднее значение отклонения по разливке по всем потокам и как отклонение по каждому потоку в частности.

4) Соответствие недельного плана кристаллизаторов календарному плану кампаний

Показатель применяется для оценки работы персонала УП по формированию недельного плана расстановки кристаллизаторов.

В качестве входных данных используется недельный план расстановки кристаллизаторов и график кампаний календарного планирования без учета номера МНЛЗ с детализацией до суток.

Показатель рассчитывается как процент попадания перечня ширин кристаллизаторов, запланированных на неделю из графика кампаний календарного планирования, в аналогичный перечень недельного плана расстановки кристаллизатора.

По МНЛЗ-6 также требуется производить сравнение толщины сечения.

5) Соответствие фактически составленных серий недельному плану расстановки кристаллизаторов

Показатель применяется для оценки работы персонала УП по исполнению недельного графика расстановки кристаллизаторов за недельный и месячный период.

В качестве входных данных используется декомпозированный до суток недельный план расстановки кристаллизаторов, оперативный план разливки на сутки.

Показатель рассчитывается как процент соответствия сечений по каждой МНЛЗ за сутки с возможностью дальнейшего расчета данного показателя за произвольный интервал дат, учетную неделю, соответствующую недельному графику расстановки кристаллизаторов, месяц.

6) Соответствие заказов в оперативном плане заказам из корзины календарного плана

Показатель применяется для оценки работы персонала УП по исполнению заказов в срок.

В качестве входных данных используется объем заказов календарного плана и объем заказов, включенных в сохраненный актуальный оперативный план на сутки.

Расчет показателя производится путем сравнения перечня заказов, находящихся в суточных корзинах, с заказами, включенными в первоначальный сохраненный оперативный план на сутки. Итогом служит процент попадания заказов суточного задания в перечень заказов календарного плана.

7) Выполнение графика планируемого технического обслуживания и ремонтов (ТОиР)

Показатель применяется для оценки работы персонала ММК по планированию ремонтов.

В качестве плановых данных используется сохраненный план ремонтов ТОиР.

В качестве факта для расчета данного показателя используются данные о фактически проведенных ремонтных работах.

Показатель определяется как процент отклонения запланированных и фактических ремонтов ТОиР.

Таблица 17 – Значения показателей КРІ производственной деятельности ККЦ

Дата	Выполнение задания по выплавке	Получение заданного состава	Отклонение по скорости	Отклонение по t	Выполнение задания по разливке	Выполнение графика порезки	Выполнение графика посада	Выполнение графика отгрузки
	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad	ship
26.11.2016	96,74	99,5	88,16	97,37	80	87,39	63,59	0
25.11.2016	95	99,3	94,32	98,86	66	79,33	66,67	0,47
24.11.2016	98	99,35	89,33	96	84	96,12	75,37	12,24
23.11.2016	96	99,5	96,1	93,51	71	93,62	64,36	0
22.11.2016	95,49	99,3	95,51	96,63	75	88,59	64,49	0
21.11.2016	94	99,22	91,76	95,29	85	81,31	57,96	0
20.11.2016	95	99,2	94,62	96,77	77	91,46	53,15	9,64
19.11.2016	94	99,41	96	97,87	74	92,37	58,89	2,63
18.11.2016	94	99,45	95,7	98,92	63	90,78	49,77	0
17.11.2016	94	99,2	94	98,9	65	91,35	64,68	0
16.11.2016	95	99,3	96,63	98	76	87,49	71,44	0,63
15.11.2016	94	99,15	93,41	99	55	85,37	51,18	0
14.11.2016	94,86	99,32	94,38	98,2	66	84,51	62,28	0
13.11.2016	94,4	99,47	97,7	100	69	86,74	59,21	0
12.11.2016	94	99,2	96,6	98,88	72	91,27	49,41	0,17
11.11.2016	95	99,16	95,9	98,89	73	86	61,81	0

Окончание таблицы 17

Дата	Выполнение задания по выплавке	Получение заданного состава	Отклонение по скорости	Отклонение по t	Выполнение задания по разливке	Выполнение графика порезки	Выполнение графика посада	Выполнение графика отгрузки
	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad	ship
10.11.2016	93,9	99,6	92,36	98,7	76	87	46,13	0
09.11.2016	94	99,43	89,02	97,67	75	85	71,93	0
08.11.2016	94,85	99,31	88,75	97,5	85	82,49	82,07	44,24
07.11.2016	96	99,16	90,28	95,83	89	88,62	76,34	0
06.11.2016	95	99,24	96,55	99	65	83	57,98	0
05.11.2016	95	99,16	95,83	98	71	90,37	66,69	0
04.11.2016	94,74	99,23	94,12	99	75	92,53	74,7	8,7
03.11.2016	93,76	99,3	88,3	98,94	66	88,69	51,85	0
02.11.2016	94	98,14	91,86	98,84	78	85,94	72,91	3,78
01.11.2016	93,74	99,3	95,83	100	52	91,23	43,69	0
31.10.2016	93,9	99,5	92,11	99	77	92,76	75,04	12,36
30.10.2016	94	99,4	93,9	98	88	90,47	73,45	0
29.10.2016	98	99,64	93	98,8	84	89,53	72,99	0
28.10.2016	98	99,68	89,04	97,26	97	91	93,12	26,53

Таблица 18 – Значения показателей КРІ деятельности производственного управления

Дата	Пересохранения	Соответствие кристаллизаторов	Соответствие суточного задания	Соответствие календарного плана	Попадание в ТОиР	Соответствие заказов в календаре и суточном задании
	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
26.11.2016	85,20%	80	98,70%	97,47%	-8,33	97,33
25.11.2016	86,70%	100	96,70%	97,85%	0	89,65
24.11.2016	85,73%	100	96,15%	101,30%	100	90,13
23.11.2016	83,75%	66,67	97,47%	97,53%	0	99,42
22.11.2016	85,45%	100	97,80%	96,81%	100	78,24
21.11.2016	86,22%	100	97,70%	94,57%	0	83,95
20.11.2016	85,16%	87,5	95,88%	94,17%	0	89,33
19.11.2016	83,49%	100	100,00%	94,00%	0	71,53
18.11.2016	85,26%	100	97,89%	95,96%	0	94,86
17.11.2016	83,71%	100	96,81%	94,95%	0	91,71
16.11.2016	83,92%	88,89	88,12%	103,06%	0	100
15.11.2016	83,90%	100	88,35%	104,04%	0	99,48
14.11.2016	84,34%	100	89,90%	102,06%	0	100
13.11.2016	85,90%	100	95,60%	97,85%	0	89,24
12.11.2016	85,97%	100	93,68%	97,94%	0	90,38
11.11.2016	84,38%	91,67	91,84%	98,99%	0	79,32

Окончание таблицы 18

Дата	Пересохранения	Соответствие кристаллизаторов	Соответствие суточного задания	Соответствие календарного плана	Попадание в ТОиР	Соответствие заказов в календаре и суточном задании
	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
10.11.2016	82,19%	100	86,46%	105,49%	0	96
09.11.2016	82,73%	87,5	88,66%	101,04%	0	87,5
08.11.2016	83,89%	100	94,12%	97,70%	0	91,36
07.11.2016	82,00%	100	97,30%	97,37%	100	99,64
06.11.2016	84,54%	100	93,55%	101,09%	0	98,92
05.11.2016	83,95%	100	98,97%	95,10%	0	100
04.11.2016	86,90%	100	90,43%	101,08%	0	91,54
03.11.2016	85,15%	100	92,16%	100,99%	0	87,6
02.11.2016	85,71%	80	90,53%	102,15%	0	90,43
01.11.2016	86,07%	100	93,20%	101,98%	0	78
31.10.2016	85,56%	100	96,20%	97,53%	-20	75,36
30.10.2016	86,78%	100	97,62%	95,45%	0	99,6
29.10.2016	85,56%	100	98,81%	98,82%	0	100
28.10.2016	86,18%	100	96,05%	101,33%	100	99,58

3.3 Использование метода собственных состояний

Эффективная работа кислородно-конвертерного цеха должна быть достигаема за счет выполнения ряда следующих требований:

1. Рост показателя выполнения задания по разливке должен приводить к росту показателя выполнения задания по порезке, показателя выполнения графика погрузки стана 2000 горячей прокатки, показателя соблюдения графика отгрузки;

2. Уменьшение показателей несоответствия химического состава плавки и несоответствия температурного режима разливки, а также увеличение показателя выполнения задания по порезке должно приводить к росту показателя назначения плавки в соответствии с заданием;

3. Рост показателя соответствия оперативного плана сохраненному суточному заданию должен приводить к росту показателя соответствия суточного задания календарному плану;

4. Показатель соответствия заказов в оперативном плане заказам из корзины календарного плана должен стремиться к увеличению;

5. Рост показателя установки кристаллизаторов в горизонте недельного плана должен приводить к росту показателя выполнения задания по порезке.

Для вычисления собственных состояний сформированных ключевых показателей эффективности использовалась матрица ковариаций (таблицы 19-20).

Далее были рассчитаны собственные состояния главных компонент (таблицы 21-22) и определено качество построенной модели (таблицы 23-24).

Таблица 19 – Матрица ковариаций (от показателя назначения плавков до исполнения графика отгрузки)

	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad
melts	+1.573171e+00	+1.062127e-01	-1.102521e+00	-7.535360e-01	+6.592200e+00	+1.135181e+00	+7.766290e+00
chem	+1.062127e-01	+6.782400e-02	-4.445267e-02	-4.051067e-02	+3.481333e-01	+2.080693e-01	+8.158667e-02
speed	-1.102521e+00	-4.445267e-02	+8.096082e+00	+1.012921e+00	-1.405203e+01	+9.642143e-01	-1.411071e+01
temperature	-7.535360e-01	-4.051067e-02	+1.012921e+00	+1.988011e+00	-6.752633e+00	-8.233977e-01	-4.535894e+00
casting	+6.592200e+00	+3.481333e-01	-1.405203e+01	-6.752633e+00	+9.461000e+01	+3.869033e+00	+7.939717e+01
slab	+1.135181e+00	+2.080693e-01	+9.642143e-01	-8.233977e-01	+3.869033e+00	+1.486292e+01	+2.666582e+00
posad	+7.766290e+00	+8.158667e-02	-1.411071e+01	-4.535894e+00	+7.939717e+01	+2.666582e+00	+1.258733e+02
ship	+3.126369e+00	+2.478913e-01	+1.204440e+01	-1.738172e+00	+4.232643e+01	+5.596703e-01	+6.021942e+01
nazn	+1.641287e-01	-1.860533e-02	+3.556363e-01	+3.922281e-01	+7.531000e-01	+4.300670e-01	+1.295551e+00
cryst	+1.399653e+00	+4.598760e-01	+8.249277e-01	+5.202850e+00	-4.285633e+00	-2.297834e+00	-5.276399e+00
sut	+1.639563e+00	+2.310333e-01	+5.405383e-01	-1.815858e+00	+1.016283e+01	+4.224185e+00	+7.281602e+00
kalend	+1.784093e-01	+5.968600e-02	+1.601618e+00	+1.295070e+00	-5.699700e+00	-1.947002e+00	-1.128474e+00
toir	+2.588587e+01	+7.282440e-01	-2.876763e+01	-2.127227e+01	+1.559506e+02	+3.300416e+01	+1.650567e+02
orders	+3.798627e+00	+1.683000e-01	-2.283893e+00	-1.672888e+00	+1.294267e+01	-3.090920e+00	+1.952609e+01

Таблица 20 – Матрица ковариаций (от показателя выполнения графика отгрузки до наполнения портфеля заказами)

	ship	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
melts	+3.126369e+00	+1.641287e-01	-1.399653e+00	+1.639563e+00	+1.784093e-01	+2.588587e+01	+3.798627e+00

Окончание таблицы 20

	ship	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
chem	+2.478913e-01	-1.860533e-02	+4.598760e-01	+2.310333e-01	-5.968600e-02	+7.282440e-01	+1.683000e-01
speed	-1.204440e+01	+3.556363e-01	+8.249277e-01	+5.405383e-01	-1.601618e+00	-2.876763e+01	-2.283893e+00
temperature	-1.738172e+00	+3.922281e-01	+5.20250e+00	-1.815858e+00	+1.295070e+00	-2.127227e+01	-1.672888e+00
casting	+4.232643e+01	+7.531000e-01	-4.285633e+00	+1.016283e+01	-5.699700e+00	+1.559506e+02	+1.294267e+01
slab	+5.596703e-01	+4.300670e-01	-2.297834e+00	+4.224185e+00	-1.947002e+00	+3.300416e+01	-3.090920e+00
posad	+6.021942e+01	+1.295551e+00	-5.276399e+00	+7.281602e+00	-1.128474e+00	+1.650567e+02	+1.952609e+01
ship	+8.876310e+01	+1.004537e+00	+9.114579e+00	+1.102322e+00	+1.311741e-01	+7.086331e+01	-2.036826e+00
nazn	+1.004537e+00	+1.676897e+00	+1.747889e+00	+1.269552e+00	-5.561092e-01	-1.030094e+00	-1.786572e+00
cryst	+9.114579e+00	+1.747889e+00	+6.512947e+01	+1.722562e+00	-3.517112e-01	+5.418842e+01	-9.808666e+00
sut	+1.102322e+00	+1.269552e+00	+1.722562e+00	+1.377999e+01	-9.456165e+00	+2.801907e+01	-3.992507e+00
kalend	+1.311741e-01	-5.561092e-01	-3.517112e-01	-9.456165e+00	+9.336638e+00	+5.892979e+00	+6.513726e+00
toir	+7.086331e+01	-1.030094e+00	+5.418842e+01	+2.801907e+01	+5.892976e+00	+1.195492e+03	+1.646474e+01
orders	-2.036826e+00	-1.786572e+00	-9.808666e+00	-3.992507e+00	+6.513726e+00	+1.646474e+01	+6.679570e+01

Таблица 21 – Собственные состояния факторов 1-7

Дисперсия ГК	1,26E+03	1,83E+02	8,30E+01	5,66E+01	4,17E+01	2,81E+01	1,92E+01
Доля %	74,449	10,816	4,918	3,353	2,471	1,664	1,135
Кумулятивная доля %	74,449	85,266	90,183	93,536	96,008	97,672	98,806
Собственные векторы	1	2	3	4	5	6	7

Окончание таблицы 21

Собственные векторы	1	2	3	4	5	6	7
melts	0,022045	0,028173	0,04212	0,003742	0,002981	0,009759	0,057048
chem	0,000658	0,000897	0,002777	0,005204	-0,00603	0,009539	0,012835
speed	-0,0265	-0,09298	-0,01179	-0,00329	-0,04435	-0,09378	0,213669
temperature	-0,01785	-0,01985	0,056502	0,072823	-0,01426	-0,0808	-0,0445
casting	0,144626	0,491554	-0,0861	-0,18326	-0,51438	0,564779	-0,27207
slab	0,026609	0,01939	-0,00514	-0,1366	-0,00462	0,037954	0,485552
posad	0,156729	0,659731	-0,06291	0,00825	-0,13679	-0,71528	0,047659
ship	0,07298	0,480502	0,490581	0,137704	0,613198	0,306977	0,156001
nazn	0,00043	0,008089	0,031986	-0,00735	-0,03618	-0,01916	0,053618
cryst	0,043252	0,12256	0,580529	0,629888	-0,47538	-0,04862	-8,8E-05
sut	0,024181	0,021796	-0,033694	-0,13836	-0,23588	0,085783	0,611694
kalend	0,003667	0,02225	-0,05565	0,147018	0,205596	-0,10233	-0,4367
toir	0,971708	0,21611	0,02738	-0,01693	0,075872	-6,6E-05	-0,00577
orders	0,017125	0,138836	-0,6323	0,69679	0,086538	0,194029	0,211603

Таблица 22 – Собственные состояния факторов 8-14

Дисперсия ГК	1,14E+01	4,84E+00	2,06E+00	1,01E+00	5,61E-01	2,76E-01	3,95E-02
Доля %	0,673	0,287	0,122	0,06	0,033	0,016	0,002
Кумулятивная доля %	99,479	99,766	99,888	99,948	99,981	99,998	100
Собственные векторы	8	9	10	11	12	13	14

Окончание таблицы 22

Собственные векторы	8	9	10	11	12	13	14
melts	-0,00118	-0,04947	0,336156	-0,40219	-0,10239	0,82931	-0,13464
chem	-0,01024	-0,01298	0,014513	-0,10481	-0,07759	0,09222	0,986751
speed	-0,0099	0,951662	0,070215	-0,14209	-0,01866	-0,05343	-0,00218
temperature	-0,08741	0,015227	0,242859	0,075007	0,948034	0,075197	0,071963
casting	-0,12682	0,133801	0,042037	-0,02746	0,03977	-0,0281	-0,00174
slab	-0,85057	-0,10509	-0,08174	0,034344	-0,02097	0,004033	-0,01336
posad	-0,00767	-0,01664	-0,0479	0,002511	-0,02898	-0,00748	0,003981
ship	0,054198	0,07759	0,011896	-0,00719	0,016625	-0,01219	-0,00075
nazn	-0,00519	0,037113	0,673267	0,693338	-0,23562	0,04118	0,041011
cryst	-0,09079	-0,03181	-0,04296	-0,03251	-0,09015	0,017161	-0,02018
sut	0,355449	-0,22876	0,343224	-0,34111	0,046715	-0,35538	-0,01334
kalend	-0,33666	-0,03586	0,488361	-0,44436	-0,12092	-0,40698	-0,02249
toir	0,033553	0,014544	-0,00622	0,020868	0,020214	-0,00282	0,004955
orders	0,022905	-0,00564	-0,02281	0,058566	0,019653	-0,0172	0,003741

Таблица 23 – Качество модели для факторов 1-7

	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad
	1	2	3	4	5	6	7
МРЕ, %	-0,00366	-0,00034	-0,03245	-0,00661	-0,26603	-0,09002	-0,25336
МАРЕ, %	0,617022	0,158671	1,98186	0,80823	5,415178	3,607987	4,963872

Окончание таблицы 23

	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad
	1	2	3	4	5	6	7
MSEN, %	0,86218	0,259669	2,538587	1,141244	6,481818	4,213309	5,961743

Таблица 24 – Качество модели для фактора 8-14

	ship	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
	8	9	10	11	12	13	14
MPE, %	-7,20348	-0,01101	-0,22162	-0,07311	-0,04575	0,005291	-0,20209
MAPE, %	151,4944	1,244219	5,145237	3,259532	2,642057	160,1616	5,061213
MSEN, %	43,54582	1,480682	5,872843	3,790288	3,028606	1,418902	5,944958

Как видно из результатов расчета собственных состояний (см. таблицы 21-22) коэффициенты первого собственного состояния имеют различные знаки, что позволило выявить следующие взаимосвязи:

1) Показатели отклонения по температурному режиму подачи плавки на МНЛЗ и нарушению скоростного режима разливки имеют отрицательный знак.

2) Показатель количества пересохранений планов положителен. Это означает, что вместе с его ростом увеличивается и показатель соблюдения графика отгрузки. Тем не менее, показатель количества пересохранений очень близок к 0.

3) Рост показателя соответствия оперативного плана сохраненному суточному заданию приводит к росту показателя соответствия суточного задания календарному плану.

4) Показатель соответствия заказов в оперативном плане заказам из корзины календарного плана стремится к увеличению.

5) Рост показателя установки кристаллизаторов в горизонте недельного плана приводит к росту показателя выполнения задания по порезке.

Все это говорит о том, что первое собственное состояние в большей степени удовлетворяет условиям эталонной деятельности.

Коэффициенты второго собственного состояния для всех показателей, кроме отклонений по температурному режиму подачи плавки на МНЛЗ и нарушению скоростного режима разливки также имеют одинаковый знак, поэтому изменение этих показателей в рамках второго собственного состояния будет приводить либо к росту одновременно всех показателей либо к их уменьшению. Таким образом, второе собственное состояние также может использоваться при построении эталонной модели.

Коэффициенты показателей выполнения заданий по разливке, соответствия графику посадки и соблюдения графика отгрузки третьего собственного состояния имеют отрицательное значение. Это означает, что отклонение по времени разливки приведет к нарушениям графика посадки и соответственно,

графика отгрузки. А уменьшение соответствия количества заказов, включенных в календарный план, приведет к уменьшению показателя соответствия оперативного плана суточному заданию и показателя соответствия суточного задания календарному плану. Таким образом, третье собственное состояние также подходит для построения эталонной модели. Анализ остальных собственных состояний показывает, что изменение показателей в рамках этих собственных состояний не соответствует выдвинутым требованиям.

В результате анализа собственных состояний выделенных главных компонент построена 3-х факторная модель. Ошибки MPE, MAPE, MSEN из таблицы 21-22 показывают отклонения фактической деятельности цеха от эталонной. Отбрасывая собственные состояния (главные компоненты), можно удалить информацию о тенденциях, которые не соответствуют эффективной работе цеха.

Для визуализации соответствия текущей деятельности цеха эталонной построены графики соответствия основных производственных процессов (рисунок 7-12).

На всех графиках видны выбросы, это может быть связано с погрешностями данных [38].

Как видно из графиков все показатели либо находятся выше эталонных значений, либо ниже. Это является явным признаком неэффективной работы цеха. Особенно это касается показателя «Выполнение графика порезки». Значения этого показателя разительно отличаются от эталонной модели.

Эффективность работы цеха необходимо оценить по величине отклонений фактических значений показателей объекта от их эталонных значений. Для этого вычисляется штрафная функция и коэффициенты эффективности по каждому показателю (таблица 25).

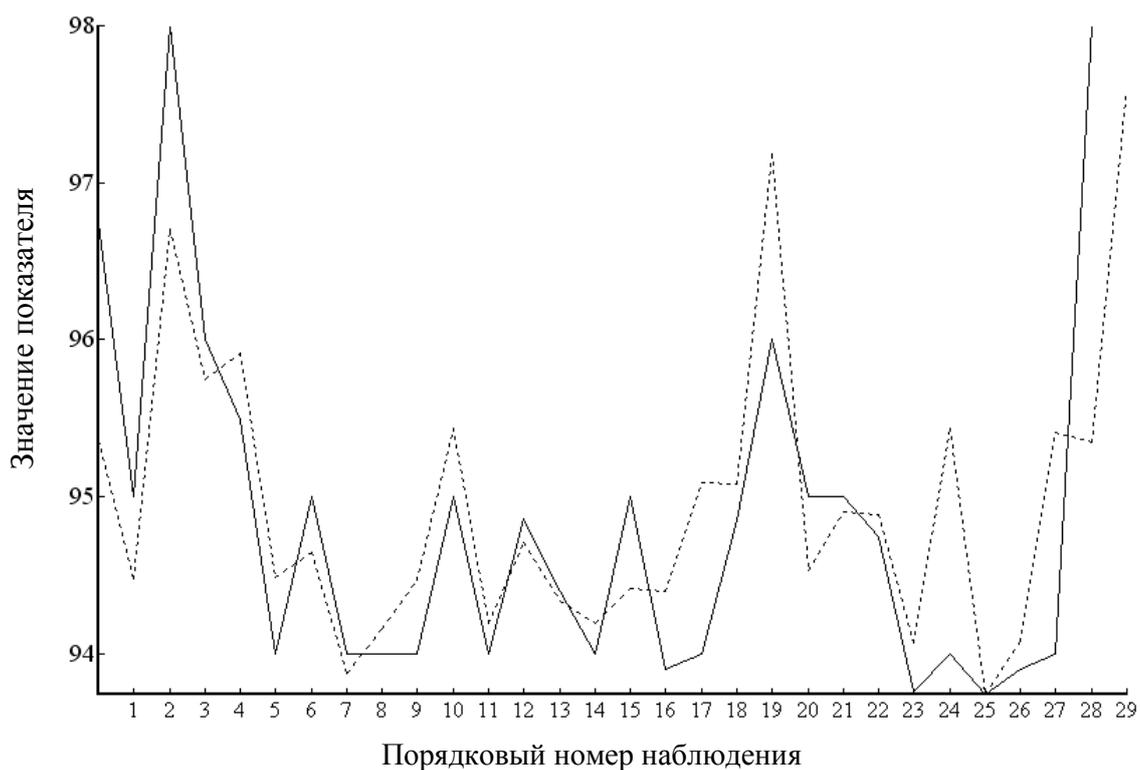


Рисунок 7 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Выполнение задания по выплавке»

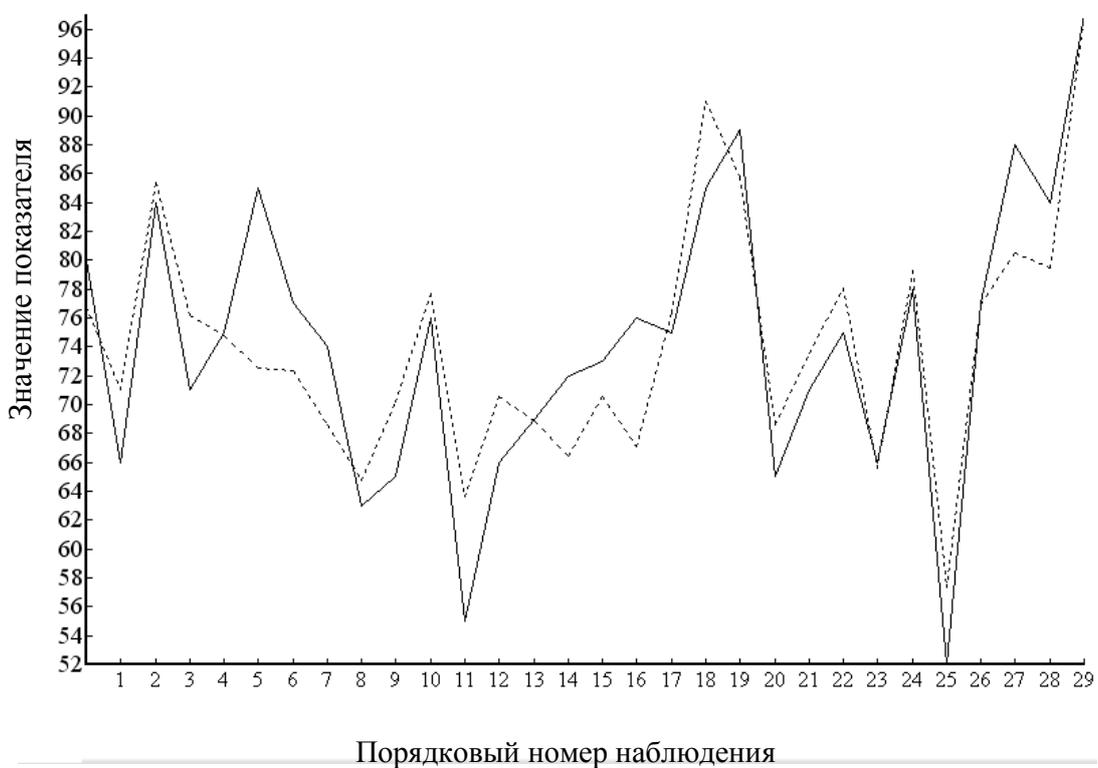


Рисунок 8 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Выполнение задания по разливке»

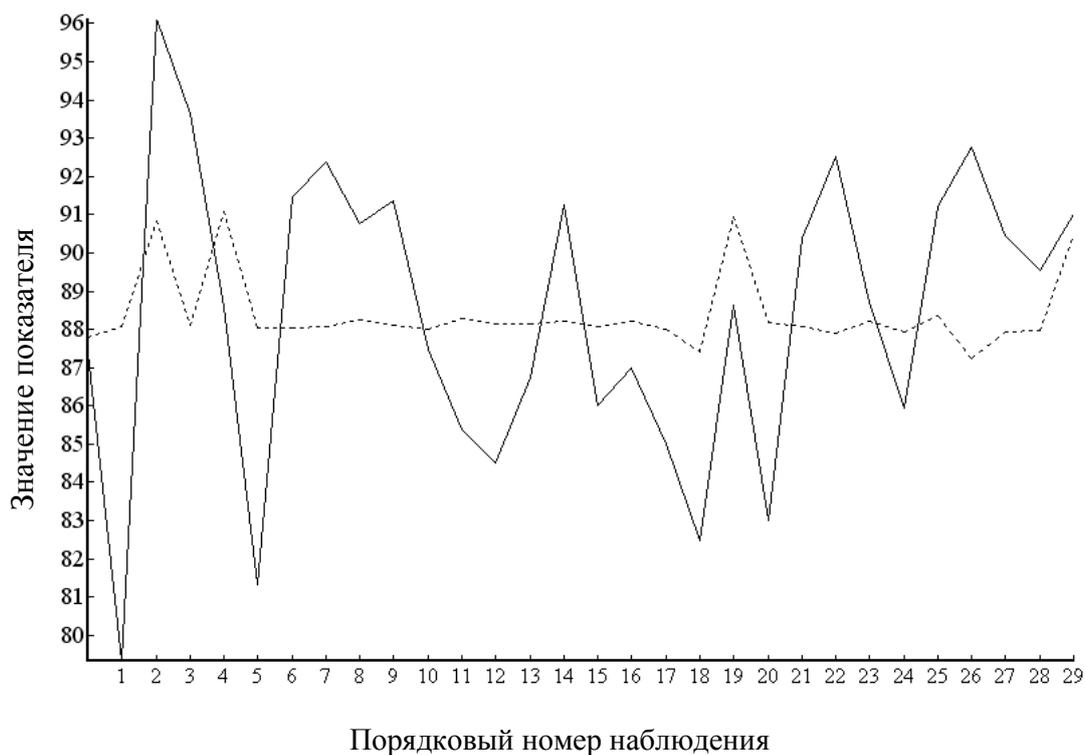


Рисунок 9 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Выполнение графика порезки»

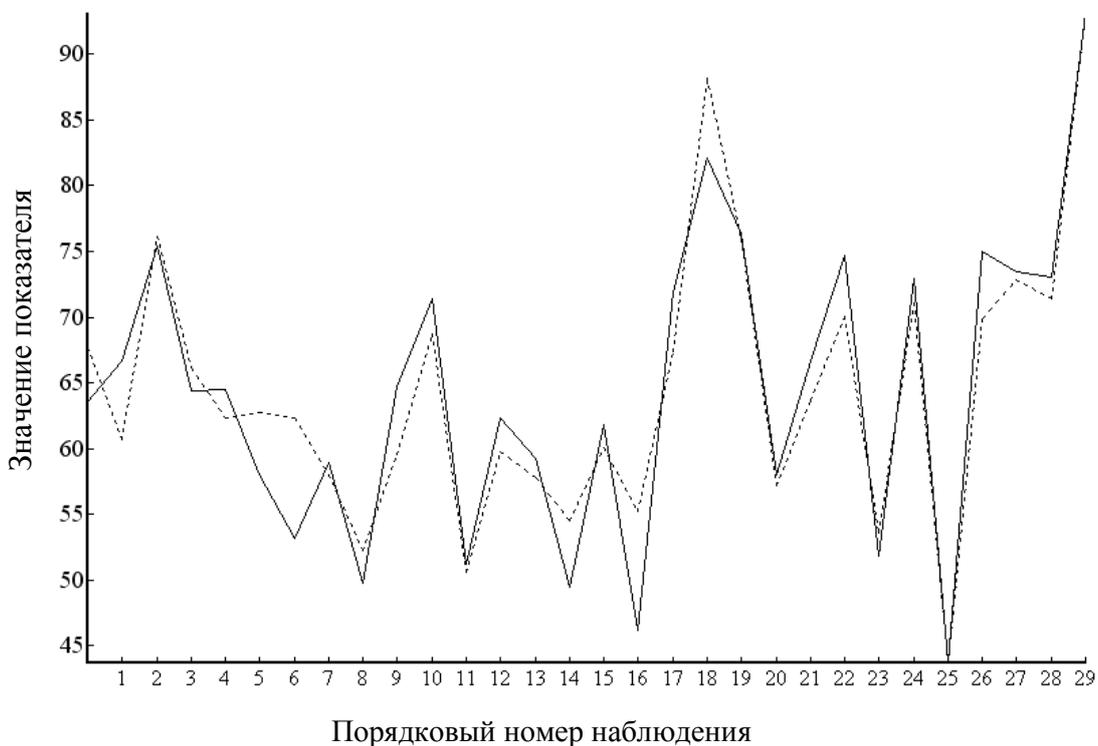


Рисунок 10 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Выполнение графика посада стана 2000 горячей прокатки»

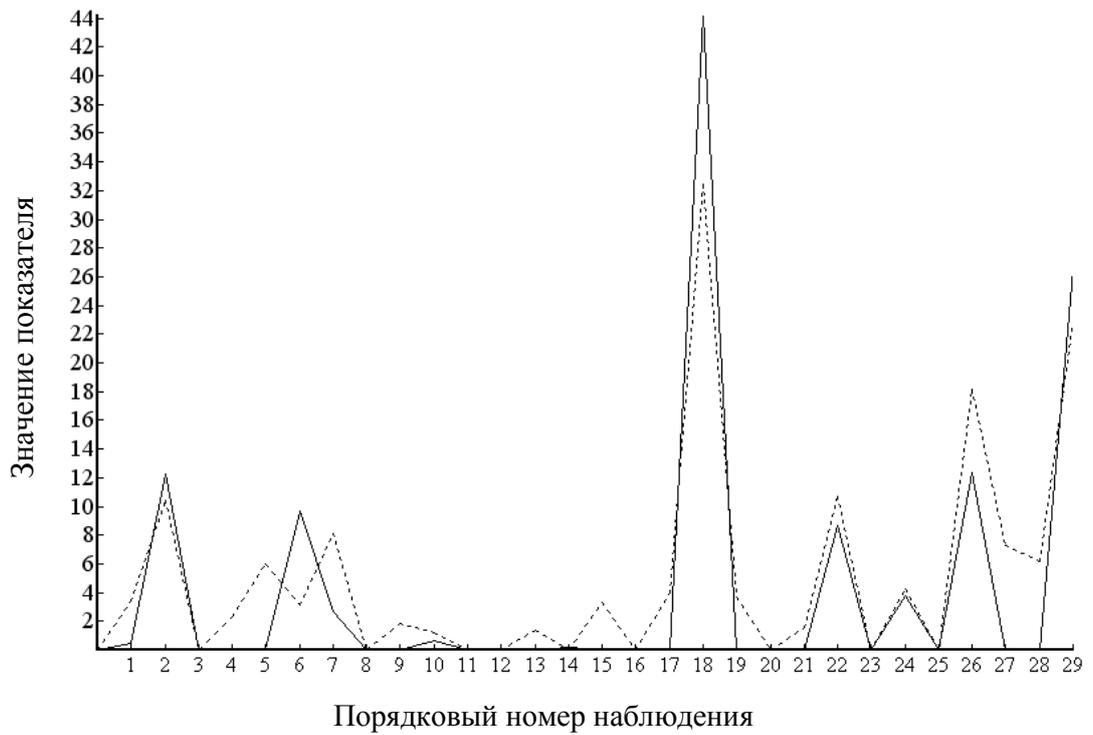


Рисунок 11 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Выполнение графика отгрузки»

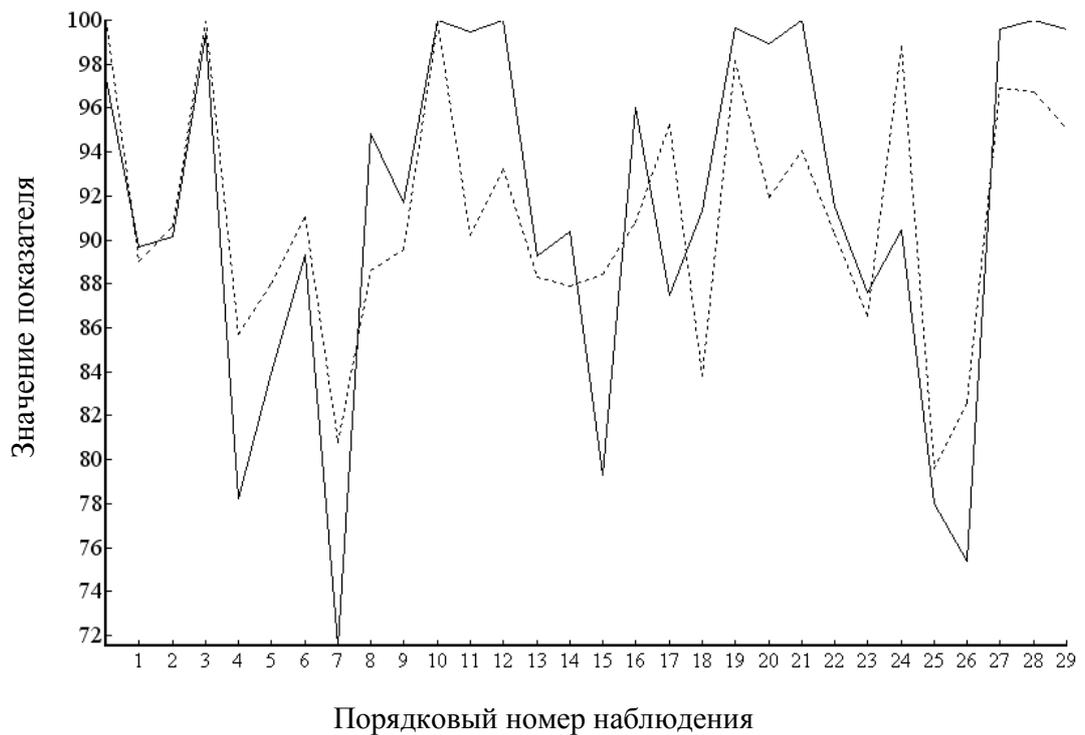


Рисунок 12 – Сравнение фактических значений и эталонной модели показателя «Соответствие заказов в оперативном плане заказам из корзины календарного плана»

Проанализировав значения полученных штрафных функций (см. таблицу 25) можно сделать вывод о том, что показатель выполнения графика порезки является основной причиной неэффективной деятельности цеха. Это может быть вызвано несоблюдением плана порезки.

Для общей оценки деятельности цеха с помощью разработанной методики построена диаграмма эффективности показателей (рисунок 13).

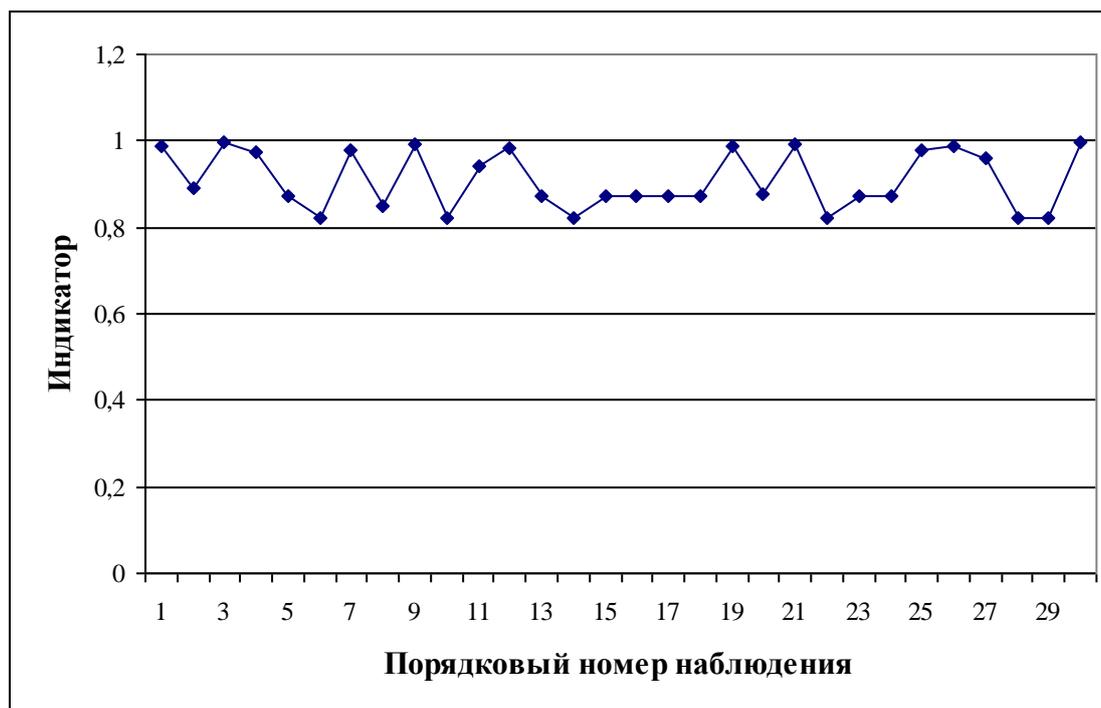


Рисунок 13 – Диаграмма эффективности показателей

Таблица 25 – Коэффициенты эффективности показателей

Дата, 2016г.	Индикатор	melts	chem	speed	temperature	casting	slab	posad	ship	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
26.11	0,9861	0,0143	0,0024	0,0552	0	0	0,0046	0,0604	0	0	0,0655	0	0,0196	0	0,0267
25.11	0,8913	0,0055	0	0	0	0,0712	0,0994	0	0,8609	0	0	0	0,0086	0	0
24.11	0,9963	0,0132	0	0,0213	0,0064	0,0159	0	0,0094	0	0	0	0,0061	0	0	0,0052
23.11	0,9752	0,0026	0,0027	0	0,0342	0,0676	0	0,0275	0	0,0048	0,1794	0	0,0252	0	0,0058
22.11	0,8744	0	0	0	0,0066	0	0,0274	0	1	0	0	0	0,0254	0	0,0869
21.11	0,8225	0	0	0,0192	0,0323	0	0,0766	0,076	1	0	0	0	0,04	0	0,046
20.11	0,9778	0,0037	0	0	0,0149	0	0	0,1475	0	0	0,0841	0	0,0469	0	0,0191
19.11	0,8485	0,0014	0,0008	0	0,0132	0	0	0	0,6741	0,0215	0	0	0,0416	0	0,1145
18.11	0,9922	0	0,0017	0	0	0,0267	0	0,0469	0	0	0	0	0,0316	0	0
17.11	0,8229	0	0	0,001	0	0,074	0	0	1	0,014	0	0	0,0391	0	0
16.11	0,9426	0	0,0003	0	0	0,0213	0,006	0	0,4542	0,0076	0	0,063	0	0	0
15.11	0,981	0	0	0,0213	0	0,1355	0,0332	0	0	0,0091	0	0,057	0	0	0
14.11	0,8745	0,0016	0,0004	0	0	0,065	0,0413	0	0	0,0044	0	0,0434	0	0	0
13.11	0,8232	0,0007	0,0017	0	0	0	0,016	0	1	0	0	0	0,0094	0	0
12.11	0,8745	0	0	0	0	0	0	0,0938	0	0	0	0,0038	0,0098	0	0
11.11	0,874	0,0062	0	0	0	0	0,0237	0	1	0,007	0,0641	0,0259	0	0	0,1029
10.11	0,8728	0	0,0032	0,0255	0	0	0,0139	0,1646	0	0,03	0	0,0792	0	0	0
09.11	0,874	0	0,0014	0,0439	0,0011	0,0182	0,034	0	1	0,0241	0,0471	0,0593	0	0	0,0815

Окончание таблицы 25

Дата, 2016г.	Инди- катор	melts	chem	speed	tempe- rature	casting	slab	posad	ship	nazn	cryst	sut	kalend	toir	orders
08.11	0,9856	0	0	0,0098	0,0096	0,0662	0,0565	0,0688	0	0,0228	0	0,0194	0	0	0
07.11	0,8749	0	0	0,0139	0,0013	0	0,0254	0	1	0,0296	0	0	0,0245	0	0
06.11	0,9901	0,0049	0	0	0	0,0526	0,0588	0	0	0,0021	0	0,004	0	0	0
05.11	0,8231	0,001	0	0	0	0,0345	0	0	1	0,0094	0	0	0,0397	0	0
04.11	0,8727	0	0	0	0	0,0395	0	0	0,184	0	0	0,045	0	0	0
03.11	0,8746	0	0	0,0693	0	0	0	0,0329	0	0	0	0,0203	0	0	0
02.11	0,9786	0	0	0,0088	0	0,0167	0,0227	0	0,1013	0	0,097	0,0392	0	0	0,0851
01.11	0,988	0	0	0,0039	0	0,0938	0	0	0	0	0	0,0077	0	0	0,0198
31.10	0,9586	0	0,0015	0,003	0,0011	0	0	0	0,3188	0	0	0	0	0,0184	0,0877
30.10	0,8232	0	0,0011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,0343	1	0
29.10	0,8232	0,0271	0,0035	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,0008	1	0
28.10	0,9982	0,0039	0,0029	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0

Выводы по разделу три

Результатом данной главы послужило применение разработанной методики оценки эффективности работы кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК», основу которой составило построение модели эффективного функционирования рассматриваемого цеха на основе метода собственных состояний.

В результате анализа существующих бизнес-процессов был сформирован перечень ключевых факторов, влияющих на производительность ККЦ.

Сформированный перечень факторов послужил основой для выделения ключевых показателей эффективности деятельности цеха. Также был произведен сбор статистических данных и осуществлен расчет выделенных показателей на основе разработанной методики.

Выбор собственных состояний при построении модели эффективного функционирования ККЦ осуществлялся на основе анализа сформированных ключевых показателей эффективности.

Комплексная оценка эффективной работы ККЦ была вычислена с помощью метода штрафных функций.

4 КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Основанием для выполнения данной работы послужило заключение контракта между ООО «ИТЦ «Аусферр» и ОАО «ММК» и старт проекта по реализации системы расчета КПЭ процессов управления производством в ККЦ и ЛПЦ-5 ОАО «ММК».

Полное наименование проекта: «Система расчета КПЭ процессов управления производством в ККЦ и ЛПЦ-5 ОАО «ММК».

Краткое наименование: «АС ОККП. КПЭ ККЦ ЛПЦ-5».

Заказчиком системы является ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Исполнителем работ является ООО ИТЦ «Аусферр».

Основанием для выполнения данной работы послужил перечень документов:

1) Протокол совещания у Генерального директора ОАО «ММК» № ГД-06/100 от 05.04.2016г. п.6;

2) Приказ Генерального директора ОАО «ММК» № ГД-01/273 от 11.06.2016г. «О реализации проекта»;

3) Договор на выполнение работ (оказание услуг) по разработке, установке, адаптации под условия работы Заказчика в процессе ввода в эксплуатацию программ для ЭВМ и баз данных, далее программное обеспечение (ПО) – «Система расчета КПЭ процессов управления производством в ККЦ и ЛПЦ-5 ОАО «ММК».

Сроки работ по разработке, установке, адаптации под условия работы Заказчика в процессе ввода в эксплуатацию программ для ЭВМ и баз данных, далее программное обеспечение (ПО) – «Система расчета КПЭ процессов управления производством в ККЦ и ЛПЦ-5 ОАО «ММК» определяются календарным планом работ по договору.

Начало проектирования – 01.2017г.

Внедрение в промышленную эксплуатацию – 09.2017г.

Условия и график финансирования работ по разработке, установке, адаптации под условия работы Заказчика в процессе ввода в эксплуатацию программ для ЭВМ и баз данных, программное обеспечение (ПО) – «Система расчета КПЭ процессов управления производством в ККЦ и ЛПЦ-5 ОАО «ММК» установлены в соответствии с указанным договором между заказчиком и исполнителями работ.

Объектом управления является система планирования и управления производством в ККЦ ОАО «ММК», включающая в себя:

Процессы планирования, производства и отгрузки слябовой заготовки из ККЦ, в том числе:

- бизнес-процессы управления производства, отвечающие за подготовку и передачу результатов расчета подсистемы календарного планирования в качестве исходных данных для расчета оперативного плана выплавки и разливки;

- бизнес-процессы управления производства, отвечающие за подготовку и формирование оперативного плана выплавки и горячей прокатки;

- производственные процессы в ККЦ, влияющие на процесс исполнения оперативного плана и заказов в срок.

- процессы управления качеством персоналом ОКП ККЦ, обеспечивающие процессы исполнения заказов в срок;

- процессы управления персоналом, осуществляющим эти процессы;

- автоматизированные системы планирования и управления производством в ККЦ (АС ОКПП, АСУ ККЦ, АСУ ОПЛС, АСУ ОТГРУЗКА»).

Субъектом управления является уполномоченный персонал по управлению КПЭ и управление персонала, осуществляющее регулирование процессов через КПЭ и систему мотивации персонала.

Результаты работы системы будут использоваться подразделениями ОАО «ММК» для оценки качества работы персонала по формированию и

исполнению производственных планов различных уровней и сменных производственных заданий.

Данный проект является подсистемой ККЦ системы «Управление производством и отгрузкой металлопродукции на ОАО «ММК» по ключевым показателям эффективности КПЭ».

В границы проекта не входит:

- оценка влияния достигаемого результата на материальное вознаграждение работников предприятия.

- алгоритмы расчёта и формирование собственно суточных оперативных планов являются принадлежностью проекта АС ОКПП.

- в случаях обоснованной необходимости изменения в оперативных планах АС ОКПП, связанные с проектом КРІ, должны быть рассмотрены в рамках технической поддержки АС ОКПП, либо процедуры управления изменениями по действующему договору АС ОКПП.

Помимо существующего договора на разработку проекта оценки эффективности деятельности ККЦ ОАО «ММК», в дальнейшем разработанная методика может быть адаптирована к другим цехам, например, Электросталеплавильному цеху, в виду схожести протекающих бизнес-процессов: выплавка стали; доводка стали; разливка стали; отгрузка заготовок.

Выводы по разделу четыре

Основанием для разработки методики, описанной в данной работе, послужил факт заключения контракта между ОАО «ММК» и ООО «ИТЦ «Аусферр».

В дальнейшем, применение данной методики возможно и для оценки эффективности других цехов, в частности Электросталеплавильного цеха.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной работы послужило решение ряда задач и формулирование следующих выводов:

1. Произведена сводная характеристика рассматриваемого кислородно-конвертерного цеха, произведено описание основы его функционирования, а также описание основных бизнес-процессов и построение схем информационных и материальных потоков в нотации IDEF0.

2. Были рассмотрены основные подходы и методы анализа эффективности производственных предприятий, нашедшие свое применение в металлургической отрасли.

3. На основе проведенного анализа существующих методов был сделан вывод об их недостаточной эффективности, поскольку оценки, получаемые с помощью параметрических и непараметрических методов, могут значительно отличаться не только по абсолютному значению, но и при ранжировании предприятий по уровню эффективности.

4. С точки зрения рассматриваемой задачи, а именно – оценки эффективности производственной деятельности ККЦ наиболее подходящим методом выступил анализ показателей процесса.

5. В качестве анализируемых показателей использовались уже существующие показатели производственного процесса, дополненные разработанными в данной работе показателями, относящимися к эффективности самого процесса автоматического планирования, образующими в совокупности систему ключевых показателей эффективности (KPI) процесса автоматизированного планирования.

6. В качестве метода анализа ключевых показателей был выбран метод главных компонент. Достоинством этого метода является то, что он позволяет представить поведение изучаемой системы в виде набора статистически независимых составляющих. Сущность метода главных компонент сводится к

вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных.

7. Предлагаемая методика может быть адаптирована к оценке эффективности работы других цехов металлургического передела в качестве инструмента мониторинга, управления и повышения эффективности их функционирования.

8. В результате анализа существующих бизнес-процессов был сформирован перечень ключевых факторов, влияющих на производительность ККЦ.

9. Сформированный перечень факторов послужил основой для выделения ключевых показателей эффективности деятельности цеха. Также был произведен сбор статистических данных и осуществлен расчет выделенных показателей на основе разработанной методики.

10. Выбор собственных состояний при построении модели эффективного функционирования ККЦ осуществлялся на основе анализа сформированных ключевых показателей эффективности.

11. Комплексная оценка эффективной работы ККЦ была вычислена с помощью метода штрафных функций.

12. В результате применения разработанной методики оценки эффективности работы кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК», основу которой составило построение модели эффективного функционирования рассматриваемого цеха на основе метода собственных состояний, был сделан вывод о ее эффективности.

Важной особенностью предложенной методики является относительная простота ведения подсчетов и доступность данных, что делает возможным ее адаптацию для большинства предприятий отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асанкин Р. Мировая плавка / Асанкин Р. // Коммерсант: приложение «Металлургия». – 2012. – № 87, с. 58-64.
2. Стратегия развития черной (и цветной) металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года. утв. приказом Минпромторга РФ от 5 мая 2014 г. № 839. // Собрание законодательства РФ. – 2014. - № 839.
3. А.А. Чулок Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года) / А.А. Чулок // Форсайт. – 2009. – №3(11), с. 30-36.
4. Михайлов А. Рама вышла боком / Михайлов А. // Российская газета: спецвыпуск «Металлургия» – 2014. – № 6528, с. 37-46.
5. Бизнес-процессами организации. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела.– 2013. – № 1, с. 89-95.
6. Вайцеховская С.С., Дыкань Ю.А., Петренко А.О. Особенности бизнес-процесса с позиции процессного подхода к управлению / Вайцеховская С.С., Дыкань Ю.А., Петренко А.О. // Сборник научных трудов Sworld. – 2013. – Т. 30, – № 1, с. 134-152. процессами на предприятии / Вайцеховская С.С., Фролов Т.Ю., Ямщикова Ю.О. // Сборник научных трудов Sworld – 2013. – Т. 30, – № 1, с. 82-99.
7. Вайцеховская С.С., Фролова Т.Ю., Ямщикова Ю.О. Управление бизнеса / Вайцеховская С.С., Фролова Т.Ю., Ямщикова Ю.О. // Сборник научных трудов Sworld – 2013. – Т. 30, – № 1, с. 82-99.
8. Риб, С.И., Кремлева, И.В. Различные подходы к описанию бизнес-процессов / Риб, С.И., Кремлева, И.В. // Методы менеджмента качества – 2004. – № 5 с. 18-23.
9. Исайченкова В.В. Современные методы оценки бизнес-процессов в системе стратегического управления машиностроительным предприятием / Исайченкова В.В.– Москва: Изд-во, 2015. – 268 с.
10. J. Baran, m. Wysokinski, d. Staš, a. Samolejová, r. Lenort. Efficiency of polish metallurgical industry based on data envelopment analysis / J. Baran, m.

Wysokiński, d. Staš, a. Samolejová, r. Lenort. // METALURGIJA – 2016. – №2. – pp. 117-129.

11. Фатуев В. А., Алхасов В. Л. Методы оценки эффективности функционирования и местоположения нового филиала коммерческого банка / Фатуев В. А., Алхасов В. Л. // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2010. – № 2-2, с. 134-151.

12. D. J. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmid Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models / . D. J. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmidt // Journal of Econometrics 6. – 1997. № 1. P. 21-37.

13. A. Charnes, W.W. Cooper, A. Rhodes Measuring the Efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W.W. Cooper, A. Rhodes // European Journal of Operational Research 2. – 1978. № 6. – P. 429-444.

14. A. N. Berger, D. B. Humphrey Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research / A. N. Berger, D. B. Humphrey // European Journal of Operational Research 98. – 1998. № 2. – P. 175-212.

15. Аналитический отчет. Эффективность Российских банков // Московская финансово-промышленная академия, г. Москва. – 2007 г., с. 34-56.

16. R. Lenort, J. Baran, M. Wysokiński, Application of Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of the Metal Production Sector in Europe / . Lenort, J. Baran, M. Wysokiński, // Proceeding, METAL 2014: 23th International Conference on Metallurgy and Materials, Ostrava: TANGER, 2014, pp. 1795-1802.

17. Мокеев В.В., Воробьев Д.А. Анализ эффективности процессов в социально-экономических системах методом собственных состояний / Мокеев В.В., Воробьев Д.А. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2014. – №2, – Т. 14., с. 31-40.

18. Носс, И.Н. Психодиагностика: учебник для бакалавров / И. Н. Носс. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 500 с. – Серия: Бакалавр. Углубленный курс.
19. Дубров А.М., Мхиторян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы.- М.: Финансы и статистика, 2003. — 352 с.
20. Мокеев В.В., Бунова Е.В., Крепак Н.А. Анализ экономической устойчивости динамической системы на основе метода собственных состояний / Мокеев В.В., Бунова Е.В., Крепак Н.А. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. Т. 14, № 4. С. 116–125.
21. Шикина С.А., Плужников В.Г. К вопросу об анализе параметров бизнес процессов производства методом собственных состояний на примере промышленного предприятия / Шикина С.А., Плужников В.Г. // Управление экономическими системами. – 2014. – № 10(70), с. 56–64.
22. Буслаева О.С. Использование метода собственных состояний для оценки инвестиционной привлекательности региона / Буслаева О.С. // Проблемы современной экономики. – 2014. – № 3, с. 6–24.
23. Карпушкина А.В., Воронина С.В. Устойчивое развитие региона: теоретические и методические аспекты / Карпушкина А.В., Воронина С.В. // Управление экономическими системами. – 2014. – № 10, с. 9–16.
24. Mokeyev V.V., Vorobiev D.A. Analysis of socio-economic system processes performance with the help of eigenstate models / Mokeyev V.V., Vorobiev D.A. // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2015. – № 1. pp. 47–56.
25. Мокеев В.В., Нелюбина М.С. О построении рейтинга устойчивого развития предприятий методом собственных состояний / Мокеев В.В., Нелюбина М.С. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика». – 2016, Т. 5, – № 1.

26. Справочник разработчика АСУ / Модин А.А. [и др.], М.: Экономика, 1978. – 584 с.
27. Файоль, А. Управление – это наука и искусство / А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф. Тейлор, Г. Форд. – М., 1992. –349 с.
28. Безносова, А.С. Теоретические аспекты формирования конкурентной стратегии предприятия / Безносова, А.С. // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. – 2013. – №4, с. 13-24.
29. A. N. Berger, L. J. Mester, Beyond the Black Box: What Explains Differences in the Efficiencies of Financial Institutions / A. N. Berger, L. J. Mester // Journal of Banking and Finance 21. –1997. – № 7, pp. 895-947.
30. Mokeev V.V. On enterprise performance evaluation based on the method of eigenstates / Mokeev V.V. // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2014. – Vol. 48, – № 5. pp. 235–245.
31. P. Pomykalski, S. Bakalarczyk, A. Samolejova, Benchmarking polish basic metal manufacturing companies / P. Pomykalski, S. Bakalarczyk, A. Samolejova // Metalurgija. – 2014. – №53, pp. 139-141.
32. Аксенов В.В. Методы структурного анализа для моделирования и оптимизации бизнес-процессов промышленного предприятия / Аксенов В.В. // Вестник ИНЖЭ-КОНа. – 2012. – № 3, с. 36-51. Серия: Экономика.
33. Алексейчик Т.В., Володин А.Н. Методы оптимизации бизнес- процессов / Алексейчик Т.В., Володин А.Н. // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2014. – № 2 (46), с. 78-93.
34. Емельянов, Ю. Бенчмаркинг как инструмент быстрого «перехвата» инноваций / Ю. Емельянов, С. Хайниш // Проблемы теории и практики управления. – 2013. – № 6, с. 54-78.
35. Инновационное развитие современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, – 2014. – 220 с.

36. Лекция «Оперативное планирование производства» / Кабанов С.С., – 2011.
37. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес- процессов / Владимир Репин, Виталий Елиферов. – М. Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
38. Применение метода главных компонент для обработки многомерных статистических данных / В. В. Мирошников, В. Н. Строителев, Н. М. Борбаць // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2012. – № 1, с. 139-145.