

**ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НСИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ:  
КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ УСПЕШНОЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

**Капцан Феликс Виленович<sup>1</sup>**  
**Воронков Сергей Николаевич<sup>1</sup>**  
**Фомичев Александр Валерьевич<sup>2</sup>**  
**Урцев Владимир Николаевич<sup>1</sup>**  
**Егоров Евгений Игоревич<sup>1</sup>**  
**Новиков Владимир Александрович<sup>1</sup>**  
**<sup>1</sup>ООО «ИТЦ Аусферр»**  
Контактная информация: [rtc@ausferr.ru](mailto:rtc@ausferr.ru)  
**<sup>2</sup>ПАО «ММК»**  
Контактная информация: [fomichev.av@mmk.ru](mailto:fomichev.av@mmk.ru)

*Представлен анализ процессов формирования концепции и создания корпоративной системы управления нормативно-справочной информацией на примере ПАО «ММК». Выделены наиболее важные особенности реализации проекта и параллельных процессов развития комплекса ИТ-систем, на основе которых достигнут качественный рост эффективности управления предприятием.*

*Материал основан на обобщении более чем десятилетнего опыта успешной эксплуатации решения, который включает опыт нормативно-справочного сопровождения комплекса оперативного управления производством и оперативно-календарного планирования.*

**Ключевые слова:** *нормативно-справочная информация, НСИ, основные данные, управление производственной НСИ автоматизация производства, оперативное управление производством, планирование производства, качество продукции, цифровая трансформация.*

Одним из актуальных трендов развития промышленности является «цифровая трансформация» – максимально полная интеграция информационных технологий во все сферы бизнеса. Задача активной реализации данной концепции поставлена на уровне крупнейших компаний и выделена в качестве приоритетного направления развития ряда государств, в том числе Российской Федерации.

Цифровая трансформация подразумевает не только широкое применение информационных технологий, но и целенаправленное формирование единой информационной среды – «цифровой модели» предприятия – с целью формирования кумулятивного эффекта и поэтапного роста общей эффективности. В сложном ИТ-ландшафте интеграционные процессы неизбежно выводят на первый план проблему согласования основных данных смежных информационных систем.

Представленный пример практической реализации корпоративной системы управления НСИ рассматривается в разрезе формирования платформы, необходимой для стабильного решения проблем согласования основных данных и обеспечения цифровой трансформации ключевых направлений основной производственной деятельности предприятия.

**Роль основных данных в системной интеграции металлургического производства**

Зачастую процесс согласования НСИ рассматривается как локальный этап внедрения очередной ИТ-системы, поскольку основные данные по определению носят условно-постоянный характер и в рамках отдельной системы корректируются сравнительно редко, в ответ на изменение каких-либо внешних факторов. Однако при комплексном управлении НСИ крупного предприятия количество «возмущающих» факторов и их взаимное влияние формируют существенную динамику изменений, растущую с увеличением области охвата бизнес-процессов. Соответственно согласование и актуализация основных данных должны рассматриваться как обязательная непрерывная функция комплекса автоматизации.

Актуальность данных подразумевает соответствие описания и фактических параметров процессов. На практике актуальность данных является квазинепрерывной. Новый объект вовлекается в хозяйственный оборот после предварительного нормирования его свойств с некоторой неизбежной задержкой при подготовке и вводе данных. Отсюда вытекает существенное требование к системе управления НСИ – обеспечение приемлемой скорости сопровождения данных. Система должна позволять достаточно оперативно и в любой момент времени описывать и распространять данные о новых объектах, не вызывая критичных задержек обработки заказов, производственных операций, применения новых технологических режимов и т.д. При этом согласованность данных должна быть «непрерывной» в полном смысле слова – данные циркулируют по всей вертикали управления и используются круглосуточно в режиме реального времени. Любые возникающие разрывы в согласованности данных нарушают целостность сбора информации, то есть дискредитируют учёт производства в целом.

Специфика металлургии существенно осложняет перечисленные требования. В отрасли максимально остро выражены особенности процессного производства – ключевая роль технологических «рецептов» (производственно-технологической НСИ) в формировании продукта. Электронное сопровождение заказов, запасов, готовности оборудования и т.д. может проводиться только на основе связи коммерческих параметров продукции с технологией изготовления. В результате необходимо пересечение основных данных технологической и экономической сфер деятельности. Растут требования и к скорости сопровождения, поскольку производственно-технологическая составляющая НСИ весьма динамична, часто уникальна для конкретного агрегата и должна сопровождаться силами самого предприятия.

Отдельной проблемой металлургии является невозможность формирования полного перечня продуктов в формате «вид продукции – технологическая карта». Такие параметры как геометрия, содержание хим. элементов, вес могут свободно устанавливаться в широких диапазонах с дискретностью равной погрешности измерения. В результате ассортимент продукции металлургического предприятия отличается фактически бесконечной вариативностью параметров самой продукции, маршрутов, форм упаковки, отгрузки и т.д. Спецификой современной металлургии стал гибкий учет требований заказчиков – каждый заказ фактически может быть отдельным видом продукции и потребовать индивидуального, по возможности оперативного, нормирования технологии.

Параметры металлопродукции и технологии имеют сложные взаимосвязи – взаимные исключения, технологически недопустимые диапазоны, дополнительные ограничения с учетом следующих переделов. Для эффективной комплексной автоматизации неприменимы типовые средства иерархической классификации и дискретного описания каждого варианта «продукт + рецепт». Это требует чрезвычайно большого числа отдельных записей, которые, с одной стороны, трудно сопровождать, с другой стороны, они неизбежно будут охватывать лишь некоторую часть реального спектра продуктов и технологий. В случае обобщенного описания технологии для группы продуктов возникают проблемы с согласованностью данных на уровне оперативного управления, где необходимо строгое нормирование каждого параметра технологической карты.

#### **Краткое описание объекта автоматизации и требования к средствам централизованного управления НСИ**

Магнитогорский металлургический комбинат является крупнейшей производственной площадкой российской черной металлургии – объем годового производства более 10 млн. тонн. Значительный масштаб привносит дополнительные факторы, усложняющие управление. В первую очередь это широкий ассортимент продукции – от кокса и агломерата, до горяче- и холоднокатаного листового проката, сортового проката, труб, гнутых профилей и т.д. Значительная доля продукции может выпускаться по альтернативным маршрутам с собственными цепочками полуфабрикатов. Другое следствие масштаба – большое разнообразие распределенных служб, подразделений и средств автоматизации.

Проект по разработке и внедрению Корпоративной системы управления нормативно-справочной информацией ММК инициирован в 2005 году. В момент старта он охватывал существующие процессы автоматизированного управления производством (MES), управления технологией и качеством, а также интеграцию этих систем с ERP.

При разработке требований учитывался уже накопленный опыт локального сопровождения НСИ в MES, ее согласования с ERP, а также результаты попыток ведения производственной НСИ средствами ERP. Эта деятельность выявила основные из перечисленных выше проблем и позволила сформировать ряд требований к корпоративным средствам управления производственно-технологической НСИ.

##### *1. Поддержка автоматического согласования различных уровней детализации НСИ.*

Система управления предприятием (ERP) оперирует укрупненными и обобщенными производственными позициями. В системах оперативного управления производством (MES, АСУ ТП) используются детализированные технологические карты. Для синхронизации учета с управлением производством необходимо автоматическое укрупнение и разукрупнение объектов учета и их нормативов.

##### *2. Одновременная поддержка нескольких согласованных классификаторов.*

Службы предприятия пользуются различными группировками и иерархиями одних и тех же объектов учёта. Эффективность работы сотрудников напрямую зависит от возможности управления единым контентом НСИ в разрезе привычной классификации, которая адаптирована к задачам службы и соответствует реальным нормативным документам службы.

##### *3. Неограниченное редактирование структур данных без остановки системы.*

Система управления НСИ предназначена для долгосрочного обеспечения согласованности и актуальности основных данных. Надежность выполнения этой функции напрямую зависит от возможности свободной корректировки НСИ по мере изменений структуры производства или потребностей смежных систем.

##### *4. Минимальные требования к классификации персонала, простота сопровождения данных,*

Система предназначена для обеспечения потребностей всех служб, участвующих в управлении производством. Для достижения необходимой оперативности сопровождения рядовые пользователи (технологи, экономисты и другие «владельцы» контента НСИ) должны иметь возможность самостоятельного оперативного управления справочниками в зоне личной ответственности.

##### *5. Гибкий и полностью автоматический обмен данными со смежными системами автоматизации.*

Система предназначена для гарантированного согласования данных в процессе непрерывного развития комплекса автоматизации предприятия. Применяемые технологии и структуры данных должны обеспечить оперативный автоматический поиск и извлечение информации по запросам.

##### *6. Высокая стабильность и отказоустойчивость решения.*

Корпоративная система управления НСИ становится узловым элементом информационной инфраструктуры. Ее надежность определяет работоспособность всех смежных систем и поддерживаемых производственных процессов.

#### **Технологические и организационные особенности реализации проекта по созданию КСУ НСИ**

Разработанная концепция управления основными данными адаптирована к перечисленным выше отраслевым и частным особенностям предприятия.

Система поддерживает иерархический и фасетный методы классификации. Их сочетание позволяет генерировать широкий спектр классификационных структур. Фасетная классификация отличается возможностью параллельного использования неограниченного количества классификаций единого контента на различных основаниях и возможностью создания дополнительных классификаторов в процессе эксплуатации. Технология позволила не только обеспечить удобство работы каждой группы пользователей, но и обеспечила возможность постоянного развития структуры по мере возникновения новых задач и потребностей [1].

Кроме того, фасетная классификация обеспечивает возможность эффективного согласования НСИ с различными уровнями детализации данных. В частности, для систем оперативного управления (MES, АСУ ТП) и управления предприятием (ERP) применяются отдельные классификаторы. При этом идентичные объекты учета, на уровне ERP рассматриваются в виде группы, а на уровне MES и АСУ ТП в виде перечня, входящего в группу. Тем самым обеспечивается строго одновременный учет изменений состава или параметров элементов группы.

Следует отдельно отметить, что выбранная методология не исключает сопровождение внутренней НСИ в смежных системах, в частности, ERP. Поддерживается возможность сохранения внутренних механизмов сопровождения основных данных в смежных системах и их использования в качестве мастер-систем – «владельцев» отдельных разделов НСИ. Такая организация управления данными позволяет сохранять имеющиеся настроенные процессы сопровождения данных. КСУ НСИ обеспечивает возможность двухсторонней интеграции – осуществляет импорт и согласование внешних справочников или подготовку и передачу во внешние справочники согласованных данных в требуемом формате [2].

Технология производства нормируется методом описания всех допустимых вариантов с возможностью создания правил в виде логических выражений. Это максимально близко соответствует реальному нормированию технологии в первичных нормативных документах (технологических инструкциях, ТУ, ГОСТ). Такая методология принципиально сокращает трудозатраты на первичный ввод и делает возможным сопровождение всего поля технологических возможностей, ограничений и правил. Процесс не требует применения программирования и специальных навыков. Благодаря этому контент НСИ может сопровождаться профильными специалистами предприятия – «владельцами» соответствующего раздела НСИ.

#### **Краткое описание системы**

В структуре контента НСИ выделяются три основных раздела: словарь, классификаторы и справочники.

*Словарь* представляет собой политематический информационно-поисковый тезаурус, содержащий логически упорядоченное множество понятий, совокупность которых достаточна для информационного сопровождения хозяйственной деятельности. Другими словами, словарь – перечень всех используемых в НСИ понятий, в котором устанавливается их единообразное наименование и многоуровневые взаимосвязи, например, группа марок стали, подгруппа и перечень марок, входящих в подгруппу. Фасетный метод классификации позволяет использовать перекрестные группы, например, одну и ту же марку стали включать в различные группы с точки зрения правил нагрева или расчета себестоимости.

Группировки образуют иерархическую структуру каталога, где может быть реализовано любое количество альтернативных иерархий любой сложности. На основе общих базовых понятий могут строиться индивидуальные связи и иерархии для различных подразделений и направлений бизнеса.

*Классификатор* представляет собой формализованное описание объектов, для которых нормируются те или иные свойства. При описании объектов используются словарные понятия, которые сохраняют установленные в словаре иерархии и отношения. Классификация обеспечивает возможность произвольного формирования объекта нормирования и учета путем описания условий выполнения того или иного норматива. В результате отсутствует необходимость дублирования однотипной информации, а изменения происходят максимально оперативно – пользователи могут описать все случаи применения нормативного значения и управлять величиной нормативного значения в одной строке справочника.

*Справочники* представляют собой структурированные перечни нормативных значений различных параметров объектов учета. Система позволяет создавать произвольные структуры справочников, связанных

через классификаторы. Благодаря этому структура таблиц справочников может изменяться в процессе их использования, например, могут быть добавлены дополнительные нормируемые величины в существующем тех. процессе без создания нового справочника.

#### *Функции КСУ НСИ*

Система обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- предоставление среды и инструментов для создания формализованной и систематизированной структуры словарей, классификаторов и справочников;
- предоставление среды и инструментов для оперативного заполнения и редактирования нормативной информации любой сложности, включая средства автоматизированного заполнения однотипных справочников, средства групповой обработки данных, средства автоматической генерации объемных однотипных справочников;
- автоматическая проверка наличия и полноты НСИ, а также отсутствия противоречий в НСИ, защита, архивирования и восстановления данных;
- предоставление интерфейса с возможностью представления контента для отдельных групп пользователей в виде привычных человеко-читаемых табличных форм нормативных документов;
- предоставление инструментов для управления графиком смены нормативов (началом и окончанием действия, изменениями значений);
- хранение контента НСИ, истории изменений и версий нормативных документов;
- поддержка распределенного хранения данных с автоматическим отслеживанием и синхронизацией обновлений контента;
- интеграция со смежными системами – автоматическая передача требуемых данных по запросам смежных информационных систем, отслеживание изменений в системах-источниках НСИ, автоматический импорт/согласование НСИ с системами-источниками данных.

#### *Интерфейс системы*

Применение WEB-интерфейса обеспечивает доступ в КСУ НСИ из любой точки корпоративной или глобальной сети и управление контентом без установки специализированного программного обеспечения. Работа в системе не требует навыков программирования и может осуществляться любым уверенным пользователем ПК.

### **Развитие комплекса автоматизации ММК на основе централизованного управления НСИ**

К настоящему моменту КСУ НСИ ММК функционирует более 10 лет с сохранением первоначально заложенных принципов реализации и без модернизации программного обеспечения. За годы эксплуатации был существенно расширен комплекс автоматизированного управления производством ММК и, соответственно, состав сопряженных систем, вовлеченных в общую среду централизованного управления НСИ. В ведении системы находятся вся совокупность основных данных используемая полнофункциональными системами оперативного управления производством (MES), АС оперативно-календарного планирования производства, АС управления технологией и качеством. В зону ответственности КСУ НСИ входит интеграция перечисленных решений с системами ERP и АСУТП.

#### *Расширение комплекса систем MES*

Все основные производственные подразделения ММК были поэтапно оснащены системами оперативного управления производством, которые реализованы в единой концепции полнофункциональных решений класса MES. Они поддерживают планирование загрузки агрегатов, оперативный мониторинг производства, сбор данных с привязкой к каждой единице учета, отслеживание и контроль параметров производства/качества, автоматизацию контрольных лабораторий и аттестации продукции, обеспечение персонала и оборудования информацией, необходимой для начала процесса производства, управление складами и вспомогательными операциями, подготовкой сменного оборудования и т.д. На каждом этапе производства формируются электронные паспорта технологии и качества.

Контур оперативного управления производством чрезвычайно требователен к качеству сопровождения основных данных – большинство подразделений функционируют круглосуточно при максимальной загрузке оборудования с высоким темпом смены сортамента продукции. Внедрение КСУ НСИ позволило значительно облегчить сопровождение необходимых данных, обеспечить необходимую скорость и надежность согласования. В результате цифровое сопровождение производства на оперативном уровне управления перешло в режим максимально близкий к реальному времени.

#### *Корпоративные системы управления и мониторинга производственной деятельности*

На базе локальных систем MES были развернуты корпоративные системы управления, отвечающие за «сквозные» процессы в рамках предприятия. Реализован следующий ряд автоматизированных систем:

- Корпоративное хранилище технологической информации;
- Комплекс управления производством и качеством;
- Единый диспетчерский комплекс.

Перечисленные системы позволили перейти на уровень комплексного отражения цифровой модели производства – мониторинга всего предприятия в режиме реального времени, автоматизированного анализа

ситуации с учетом взаимосвязей производственных процессов, предоставление пользователям необходимых инструментов аналитики и поддержки принятия решений.

#### *Система оперативно-календарного планирования производства*

Заложенный потенциал всестороннего цифрового отражения фактического состояния позволил перейти к наиболее важному аспекту прогнозирования – сквозному календарному и оперативному планированию производства.

Внедрение АС ОКПП проходило «попередельно» в три этапа: выплавка/разливка – горячая прокатка – холодная прокатка/нанесение покрытий. В системе реализована методология вытягивающего производства (pull production) – осуществляется планирование «под заказ» всех стадий от конечной продукции к выплавке стали. Функционал системы обеспечивает сквозную проверку позиций заказов на исполнимость каждой стадии производства, определение всех возможных альтернативных вариантов маршрутов и их параметров (Order Dressing), формирование внутренних производственных заказов для каждого передела, построение согласованных графиков загрузки агрегатов и непрерывного слежения за их выполнением. Работоспособность системы основана на целостной модели производственных процессов, которая учитывает все значимые факторы: ограничения каждого агрегата, детальную технологическую карту каждого процесса, требования к контролю качества и аттестации, готовность сменного оборудования, возможности подъемных и транспортных механизмов, правила комплектации транспортных единиц при отгрузке [3].

При реализации системы ярко проявились как необходимость централизованного управления НСИ, так и преимущества выбранной методологии. В случае сквозного планирования производства в масштабе ММК сложность задачи непрерывного поддержания соответствия основных данных (цифровой модели) и реальных параметров процессов возрастала в геометрической прогрессии. Непрерывный учет, обработку и внесение изменений осуществляет более 500 сотрудников различных служб предприятия. Выбранная концепция позволила согласованно и оперативно корректировать как технологическую составляющую основных данных – режимов и других правил производства определенного вида продукции, так и схемы производства – маршруты, параметры агрегатов, запуск/остановку производственных мощностей.

В разрезе планирования важным достоинством КСУ НСИ является поддержка описания технологии в виде ограничений. Система автоматически определяет весь спектр возможных вариантов производства продукта и его полуфабрикатов и динамически формирует технологические карты для каждого варианта. Возможность гибкого выбора варианта производства позволяет алгоритмам планирования максимально эффективно управлять загрузкой потоков, монтажностью и другими важными для металлургии полного цикла параметрами.

Описанная концепция значительно упрощает процессы адаптации виртуальной модели производства к фактическим изменениям. Алгоритмы расчетов свободны от искусственных ограничений – цепочки производства продукции могут быть продолжены, сокращены или обогащены альтернативными вариантами производства. Это соответствует таким ситуациям, как вывод из эксплуатации агрегата, ввод нового альтернативного агрегата, ввод новой стадии переработки продукции [4].

В настоящее время основной функционал автоматизированной системы ОКПП стабильно функционирует более трёх лет и служит основой для перехода на следующую ступень управления, в частности, развитию функционала планирования на ключевых узлах производственной логистики и учет логистики на стадии доставки продукции заказчиком.

#### **Заключение /Выводы**

1. Задача централизованного управления основными данными является первостепенной для успешного построения интегрированных комплексов автоматизации в концепции цифровой трансформации производства.

2. Для промышленных информационных систем характерны значительная продолжительность внедрения и длительное время эксплуатации. При формировании требований к средствам управления НСИ важен учет потенциальных потребностей в долгосрочном периоде и возможности необходимого постоянного расширения и трансформации контента.

3. Особенности сопровождения производственно-технологических основных данных в металлургической отрасли требуют применения специальных подходов и методик сопровождения, соответствующих особенностям нормирования, высокой динамике изменений и требованиям к оперативности и полноте их отражения.

4. Наличие на предприятии эффективных средств сквозного согласования производственно-технологических, финансово-экономических и коммерческих основных данных формирует условия для интенсивного развития информационных систем и повышения эффективности управления на всех уровнях.

#### **Библиографический список**

1. Корпоративная система нормативно-справочного сопровождения / Г.С. Сеничев [и др.] // Сталь. – 2005. – №5. – С. 120-121.

2. Построение системы управления производственной НСИ комбината / С.Н. Рахимов [и др.] // Сталь. – 2011. – №8. – С. 126-130.
3. Шилиев, П. В. Квотирование материальных потоков как элемент управления приемом коммерческих заказов и производством продукции / П. В. Шилиев, Ф. В. Капцан, Б.А. Сарычев, М.А. Краснов, А.В. Фомичев, Е.А. Чуенков // Труды XI Конгресса прокатчиков: сб. статей. – 2017. – С. 343–350.
4. Капцан, Ф.В. Новый комплекс АНГЦ-3 ПАО «ММК». синхронизация проектов по строительству производственных мощностей с интеграцией в ИТ ландшафт предприятия / Капцан Ф.В., Воронков С.Н., Цейтин В.Е., Феоктистов В.Н., Чуенков Е.А., Тяжельникова Л.Ю. // Труды XI Конгресса прокатчиков: сб. статей. – 2017. – С. 121–126.