

на угледобывающих предприятиях позволяет филиалу ООО «Сибниуглеобогащение» в г. Красноярске предложить свои услуги по реализации подобных проектов другим заинтересованным предприятиям российской угольной промышленности.

Список литературы

1. Чижов М.Н. AutoCAD CIVIL 3D для разработки угольных месторождений // AUTODESK COMMUNITY. 2012. № 1 (3). С. 98-101.
2. Чижов М.Н., Лантева М.И., Маслянюк В.Я., Сюняев Ш.И. 3D-моделирование, проектирование открытых горных работ в среде САПР AutoCAD CIVIL 3D с использованием геопространственных данных, полученных по технологии ДЗЗ с применением беспилотных летательных аппаратов // Горный информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ). Специальный выпуск. 2015. № 45-1. С. 339-355.
3. Чижов М.Н., Лантева М.И., Маслянюк В.Я., Сюняев Ш.И. Опыт использования геопространственных данных при ведении открытых горных работ // Автоматизация в промышленности. 2016. № 9. С. 40-44.
4. Бровка Е.А., Ефимов С.А., Семенов А.Е., Маслянюк В.Я., Чижов М.Н. Опыт сертификации технологий создания ортофотопланов и ЦМР с помощью АФК на основе БПЛА // Геопрофи. 2017. № 1. С. 5-12.
5. Орешкин С.А., Корнилов М.Ф., Кадыров Э.Д., Данилова Н.В. Анализ интеграции информационных систем в горно-перерабатывающей промышленности // Записки горного института. 2008. Т. 177. С. 17-22.
6. Лиферова, О.Л. Геология в среде AutoCAD // CADmaster. 2006. № 3 (33). С. 67-69.
7. Лиферова, О.Л. SurvCADD: планирование горных работ // CADmaster. 2005. № 3 (28). С. 38-41.
8. Компания Autodesk. Внедрение САПР: проблемы и решения. // Автоматизация в промышленности. 2013. № 9.— С. 6-9.

Михалев Игорь Олегович — заместитель управляющего филиалом (по технологии),

Чижов Михаил Николаевич — руководитель проекта ООО «Сибниуглеобогащение» (филиал в г. Красноярске),

Каковина Светлана Георгиевна — главный геолог, Шадрин Дмитрий Сергеевич — главный маркшейдер,

Радионов Сергей Николаевич — главный инженер ООО «СУЭК-Хакасия»,

Лиферова Ольга Львовна — начальник отдела САПР ООО «НИИ-Информатика».

Контактный телефон филиала ООО «Сибниуглеобогащение» в г. Красноярске +7 (391) 211 60 30.

E-mail: ChizhovMiN@suek.ru

DOI: 10.25728/avtprom.2020.06.10

БЫСТРИНСКИЙ ГОК НА ПУТИ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Д.В. Пшиченко (ООО «ГРК «Быстринское»)

Описан проект внедрения системы управления производством на Быстринском горно-обогатительном комбинате. Рассмотрены функциональные возможности системы, архитектура и результаты внедрения. Отмечено, что на комбинате реализована новая технология управления производством, основанная на совместном использовании систем автоматизации уровня технологического процесса, оперативного управления производством и системы управления бизнес-процессами.

Ключевые слова: АСУТП, MES, системы управления бизнес-процессами, цифровизация, диспетчеризация, удаленный мониторинг.

Быстринский горно-обогатительный комбинат построен ПАО «ГМК «Норильский никель» в сжатые сроки (всего за 3,5 г.) в труднодоступной части Забайкальского края в конце 2017 г. Комбинат обогащает руду Быстринского месторождения золота, меди и железа. Проектная мощность комбината составляет 10 млн. т. руды в год.

В настоящий момент комбинат уже приступил к работе. Но выход на проектную мощность предусмотрен к 2021 г. К этому моменту Быстринский ГОК будет производить в год около 3 млн. т магнетитового концентрата, 260 тыс. т медного концентрата и около 270 тыс. тройских унций золота.

Проект автоматизации и цифровизации

Цифровизация — это трансформация, меняющая бизнес-процессы компании и создающая новую цен-

ность для компании. Новая ценность применительно к металлургии и добыче — это снижение человеческого фактора, оперативное получение информации и снижение аварийности. И эту ценность может обеспечить система диспетчеризации.

На Быстринском ГОКе проект по реализации системы управления производством стартовал в июле 2017 г. В настоящее время на предприятии работают 2,5 тыс. человек, по 1,2 тыс. человек в вахте. Главная особенность комбината — большая рассредоточенность объектов. Например, складской комплекс и водохранилище расположены в 15...20 км от фабрики. Система управления производством должна была охватить все объекты предприятия, в том числе рудник, обогатительную фабрику, питающие подстанции 110 кВ, 35 кВ и распределительную сеть электроснабжения ГОК, водозаборы и насосные станции, очист-



Рис. 1. Функциональная структура системы автоматизации

ные сооружения, вахтовый поселок, железную дорогу и т.д. Все подсистемы должны использовать общее хранилище данных, общую систему прав доступа.

В декабре 2019 г. проект был завершен: установлен дистанционный мониторинг и управление объектами ГОКа, проведена диспетчеризация производства, что повлекло снижение трудоемкости документооборота, обеспечение корректности и непротиворечивости аналитической отчетности. Сводки и отчеты приходят автоматически, учитывается производительность оборудования. Внедрением и сопровождением проекта занималась компания «Экзеплэнт» (Санкт-Петербург). Началась новая стадия проекта — его сопровождение.

Основные функции системы управления производством (рис. 1):

- сбор данных: сбор и хранение информации о ходе производства, производительности оборудования, энергоресурсах;

- управление ресурсами: доступность персонала, оборудования и материалов, необходимых для выпуска продукции;

- управление спецификациями: хранение регламентной и нормативной документации, ведение оперативной отчетности;

- оперативно-диспетчерское управление: отображение основной информации о ходе производства, контроль и информирование об отклонении в производственном процессе, удаленное управление объектами энергоснабжения, ведение диспетчерских журналов и сводок, контроль своевременного предоставления данных;

- отслеживание производства: учет движения материалов, учет качества материалов, фиксация событий производства;

- анализ эффективности: расчет показателей эффективности оборудования и производства (ОЕЕ и т.д.), формирование отчетов; анализ «план/факт».

Архитектура системы автоматизации Быстринского ГОКа

Архитектура системы представлена на рис. 2. Система управления производством базируется на продуктах Wonderware [1] и обеспечивает сбор и хранение

данных от всех единиц оборудования, установленного на комбинате, от всех средств и систем автоматизации уровня АСУТП. На комбинате — более 40 различных АСУТП. Комбинат по уровню автоматизации один из передовых: на нем установлено уникальное оборудование, произведенное под конкретные задачи. В систему для хранения данных поступает более 35 тыс. сигналов.

Реализованная система объединяет функции оперативного управления производством (MES) и системы управления бизнес-процессами. В связи с этим в проекте используется программный продукт Wonderware Skelta BPM, предназначенный для управления бизнес-процессами с полным набором инструментов для моделирования, выполнения и оптимизации этих процессов. Wonderware Skelta BPM [2] позволяет строить бизнес-процессы компании, вовлекая в процесс несколько подразделений (несколько сотрудников).

В проекте также реализована интеграция с внешними системами:

- системы АО «РЖД» — получение информации о наличии вагонов, принадлежащих АО «РЖД» и арендуемых у нее заказчиком, на ближнем и дальнем подходах;

- система управления горными работами — получение информации об объемах перевезенной горной массы и запасах на карьерных складах;

- система LIMS — получение результатов лабораторных анализов.

Данные из этих систем поступают в MES для предоставления производственному персоналу достоверной информации о ходе технологического процесса, расчета коэффициентов эффективности работы предприятия и формирования сводки по всему производственному процессу.

Результаты внедрения системы

До реализации проекта сводки формировались вручную в MS Excel, сбор данных происходил по телефону: старший диспетчер получал данные от операторов и диспетчеров структурных подразделений. Накопление истории выполнялось в файлах MS Excel, изменения не отслеживались.

Установленная система управления производством позволила:

- реализовать автоматический сбор данных для диспетчерских сводок от всех АСУТП и внешних интегрированных систем;

- вести диспетчерам структурных подразделений свои сводки в системе самостоятельно и в рамках еди-

ного бизнес-процесса, шаги которого контролируются на каждом этапе, а также передавать их на согласование старшему диспетчеру через Skelta BPM;

- осуществлять постоянный мониторинг временного регламента предоставления данных, оповещение при отклонении от него;
- фиксировать все изменения и отслеживать корректировки данных в сводке.

Диспетчерская сводка включает информацию по руднику, фабрике и отгрузке готовой продукции. В одном отчете можно увидеть информацию по всем производственным переделам. В настоящее время сводка формируется в автоматическом режиме.

Контроль отгрузки и управления ЖД транспортом

До реализации проекта дежурные по станциям по телефону передавали местоположение вагонов диспетчеру; диспетчер по телефону связывался с дежурными по ЖД станциям и выяснял где, с чем и какие вагоны находятся; все данные по месту положения вагонов и составов велись в бумажных журналах и Excel.

В рамках проекта:

- реализован автоматический сбор данных с узлов отгрузки с фиксацией номеров вагонов;
- данные по отгрузке попадают в сводки диспетчера;
- дежурные по ЖД станциям ведут учет перемещения вагонов на участке от обогатительной фабрики до передаточной станции АО «РЖД» в системе, информация о перемещении вагонов обновляется оперативно и доступна в системе;
- дежурные по станции непосредственно работают с системой: ведение графика исполненного движения поездов, суточного план-графика, формирование документации;
- диспетчер видит местоположение составов на дальних и ближних подходах благодаря интеграции с системой ОАО «РЖД»;
- диспетчер видит консолидированную информацию о местоположении вагона и его грузе.

Остановимся подробнее на модуле учета простоев. До реализации проекта учет простоев проводился вручную, время и длительность событий вводились также вручную. Накопление истории по простоям оборудования выполнялось в MS Excel, что ограничивало возможности по поиску и анализу информации.

Благодаря установке системы:

- реализована автоматическая фиксация событий (работы и простоя) оборудования на основании данных АСУТП;
- накопление истории ведется в базе данных с удобной аналитической отчетностью и функциями поиска и фильтрации;
- на основании данных по учету простоев сразу рассчитываются ключевые показатели эффективности;
- создана основа для построения предиктивной диагностики отказов оборудования и экспорта данных в специализированные системы ТОиР;
- реализован автоматический контроль выполнения временного регламента по учету простоев, оповещение при отклонении от него.

В настоящее время диспетчер в интерфейсе Skelta BPM определяет первичную классификацию простоя (вид, тип, причина), после чего данные по событиям оборудования становятся доступны в отчетах и используются при расчете ключевые показатели эффективности оборудования. В перспективе развития системы планируется уменьшать число ручных операций за счет внедрения функциональности по автоматическому определению причины простоя.

Цель создания системы диспетчеризации в своем классическом варианте — это снижение числа полевого персонала, возможность управления объектами автоматизации из единого диспетчерского центра. Это и было реализовано на предприятии. Кроме того, отметим реализацию плана ликвидации аварий как отдельного бизнес-процесса, автоматизированного с помощью Skelta. В Skelta BPM систему занесен план ликвидации аварий, а также сопроводительная документация, необходимая на каждом шаге процесса. Система информирует ответственных о случившемся: пожар, возгорание и т.д. и выдает им план действий.

Пользовательский интерфейс системы выполнен с использованием принципов ситуационной осведомленности (situation awareness). Главный принцип, на котором базируется пользовательский интерфейс — максимальная концентрации внимания пользователя на возникающих авариях и предупреждениях, при этом акцент на том или ином событии должен соответствовать его приоритету. В системе принята



Рис. 2. Архитектура системы автоматизации

однозначная трактовка цвета, излишние цвета не применяются, используется инфографика, осмысленная анимация, адаптивный дизайн.

Особенности и сложности проекта

Быстринский горно-обогатительный комбинат расположен в труднодоступной части Забайкальского края. Предприятие характеризуется наличием большого числа разнородных локальных АСУ/АСУТП от различных производителей. Выполнение работ осуществлялось одновременно с вводом ГОК в эксплуатацию. Проблемы, которые приходилось решать в этой связи включали неполноту исходных данных на этапе проектирования, отсутствие регламентов производственных процессов, описанных и согласованных бизнес-процессов и неточности в описаниях целевых процессов.

Кроме того, основной метод работы персонала на предприятии — вахтовый: персонал меняется каждый месяц. На первых этапах возникали проблемы с согласованием решений и передачей информации при смене вахты. Например, одну диспетчерскую сводку пришлось изменять несколько раз, чтобы ее итоговый формат устроил ответственных в обеих вахтах.

Результаты проекта в цифрах

Улучшение использования мощностей на 20% за счет расчета коэффициентов эффективности, ведения электронного журнала простоев.

Сокращение бумажной работы на 80%: переход на электронные средства хранения информации; автоматическое формирование производственной отчетности.

Сокращение потерь информации на 55% за счет ведения единой базы данных производственной информации, автоматического и автоматизированного ввода данных

Сокращение затрат на операционный персонал на 5% за счет дистанционного управления вспомогательными объектами и энергохозяйством ГОК из единого диспетчерского пункта.

Перспективы развития проекта на 2020–2021 гг.

В горизонте ближайших двух лет планируется увеличить серверные мощности для расширения системы и глубину хранения данных, а также число пользователей. Кроме того, запланировано подключение новых систем: баланс металла, ТОиР, SAP ERP.

Увеличение кластеризации позволит повысить отказоустойчивость, а дублирование рабочих мест диспетчеров — повысить отказоустойчивость рабочих мест.

Также стоят следующие задачи:

- реализация мобильного приложения для отображения производственных данных: эта задача тесно связана с информационной безопасностью, с необходимостью внедрить программно-аппаратный комплекс по защите информации для передачи на мобильное приложение;

- предоставление данных для систем аналитики: планируется внедрение Microsoft Power BI- инструмента бизнес-аналитики, который позволяет визуализировать данные, встраивать их в приложения или Web-страницы;

- создание единой системы оперативного планирования, поскольку на данный момент реализованы только отдельные модули планирования по руднику, по шихтованию и т. д.

Заключение

Строительство и развитие Быстринского ГОКа продолжается, что ставит определенные вызовы перед системой автоматизации производства. Каждый новый построенный объект, необходимо в эту систему завести. Таким образом, подключение объектов продолжается: склады, насосные станции и т. д. Одновременно расширяется установленная система управления производством.

Проект автоматизации Быстринского ГОКа уникален по многим характеристикам. И в первую очередь здесь используется новая технология управления производством. Это коммуникация между людьми, коммуникация между производством и департаментами, реакция на отклонения в производстве. На предприятии автоматизированы задачи, которые невозможно автоматизировать, находясь только на уровне сигналов. Примером является отработка плана ликвидации аварий. Реализовать технологию позволило применение ПО Wonderware Skelta BPM. Сегодня применение продуктов уровня управления бизнес-процессами — это основной тренд в автоматизации производственного уровня, системы оперативного управления производством.

В дальнейшем важно, чтобы система автоматизации развивалась совместно с объектом автоматизации, чтобы сделанные инвестиции сохранялись, чтобы система могла успевать за потребностями бизнеса, чтобы бизнес через 3 года не столкнулся с очередными ограничениями.

Список литературы

1. Сви́нарев С. Wonderware встала на путь локализации//itWeek. 2018. № 10. <https://www.itweek.ru>
2. Целиканов Д. Ф., Утешев К. А. Программный комплекс «Платформа энергоменеджмента» для ПАО «ММК»//Автоматизация в промышленности. 2020. № 2.

Пищченко Дмитрий Викторович — директор по информационным технологиям ООО «ГПК «Быстринское». При поддержке АО «Клинкманн СПб», официального дистрибьютора решений Wonderware / AVEVA в России, и компании «Экзеплант», системного интегратора AVEVA. [Http:// www.wonderware.ru](http://www.wonderware.ru) [Http:// www.exeplant.ru](http://www.exeplant.ru)