

В. К. СОВМЕН, А. В. ПОЛЯКОВ, Д. Ю. ШАКИН (ЗАО «Полюс»)

Г. КОННАЛ, И. Б. ТАБАКМАН, Д. П. АНТОНЕНКО (Компания Wenco International Mining Systems, Канада)

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АСУ WENCO НА ГОРНОТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ ОЛИМПИАДИНСКОГО ГОКА



В. К. СОВМЕН,
президент – руководитель
Сибирской
бизнес-единицы,
канд. техн. наук



А. В. ПОЛЯКОВ,
директор по инвестициям
Сибирской бизнес-единицы,
руководитель проекта
АСУ ГТК ОГОКа



Д. Ю. ШАКИН,
ведущий специалист
отдела инвестиций,
менеджер проекта
АСУ ГТК ОГОКа,
канд. техн. наук



Г. КОННАЛ,
вице-президент



И. Б. ТАБАКМАН,
региональный менеджер,
проф., д-р. техн. наук



Д. П. АНТОНЕНКО,
генеральный директор
Новосибирского сервисного
центра Wenco,
руководитель проекта
АСУ ГТК ОГОКа

Приведено описание отдельных компонентов технического обеспечения и функциональных модулей автоматизированной системы управления горнотранспортным комплексом. Отмечено, что внедрение системы позволило повысить оперативность принятия решений по управлению горным производством, а также эффективность использования техники, качество и безопасность горных работ.

Ключевые слова: GPS, бортовой компьютер, информация, режим реального времени, диспетчеризация, мониторинг.

ные рудопотоки на три золотоизвлекательные фабрики обусловили необходимость создания автоматизированной системы управления горнотранспортным комплексом (АСУ ГТК) ОГОКа.

Для реализации проекта АСУ ГТК на ОГОКе ЗАО «Полюс» в 2007 г. провело тендер и выбрало канадскую компанию Wenco International Mining Systems (Wenco), имеющую более чем 20-летний международный опыт работы в этой сфере. Менее чем за год

все оборудование и программное обеспечение было установлено, протестировано и введено в опытную, а затем — в промышленную эксплуатацию.

АСУ ГТК предназначена для автоматизации управления выемочно-погрузочным оборудованием, карьерным транспортом и вспомогательной техникой, автоматизации

ЗАО «Полюс» — крупнейшее золотодобывающее предприятие России с ежегодным объемом производства золота только на Олимпиадинском ГОКе (ОГОК) более 27 т при годовом объеме горных работ более 36 млн м³. Значительный масштаб Олимпиадинского месторождения, наличие большого числа горной и транспортной техники, слож-

контроля и управления объемами и качеством добываемой руды, мониторинга эксплуатации и технического обслуживания горнотранспортного оборудования. Цель внедрения АСУ ГТК на ОГОКе — повышение эффективности использования горного и транспортного оборудования, уровня его технического обслуживания и ремонта, качества и безопасности горных работ, точности оперативного и накопительного учета объемов добычи, работы и простоев оборудования.

В I квартале 2009 г. АСУ ГТК карьера «Восточный» ОГОКа была расширена с охватом дополнительно карьера «Титимухта», находящегося в 7 км от карьера «Восточный». В настоящее время функционирует единый комплекс автоматизированного управления двух карьеров.

АСУ ГТК охватывает 136 ед. основного и вспомогательного горного и транспортного оборудования, в том числе большегрузные самосвалы CAT-777D/777F (фирмы Caterpillar) — 35 ед., HD-785-5 (фирмы Komatsu) — 33 ед., MT-3300 AC (фирмы Terex) — 10 ед., БелАЗ-7548/7540A — 13 ед., экскаваторы ЭКГ-10 и ЭКГ-5 — 20 ед. и погрузчик WA-800/600 — 2 ед. Кроме того, с 2009 г. АСУ осуществляет автоматизированный мониторинг работы вспомогательной техники — погрузчиков, грейдеров, бульдозеров (23 ед.).

Общая информационно-программная и функциональная структура АСУ ГТК ОГОКа включает в себя автоматический сбор информации и управление оборудованием в режиме реального времени; автоматическую диспетчеризацию; управление качествомrudопотоков, мониторинг эксплуатации самосвалов, расхода топлива, технического состояния и обслуживания оборудования, работы вспомогательной техники, базу данных и систему отчетности (рис. 1). Передача, получение и обработка радиосообщений выполняется программным комплексом «Коммуникационный сервис» на базе использования системы связи АСУ ГТК.

Система коммуникаций создана на базе новой технологии беспроводных ячеистых сетей, использующих петлевую архитектуру MESH Networks Enabled Architecture (рис. 2). В сети MESH каждая единица оборудования или другой элемент работает как на прием, так и на передачу. Мобильная широкополосная сеть MEA исключает необходимость возведения высоких антенных вышек. Сети MEA формируются из четырех аппаратных средств и элементов программного обеспечения: беспроводной карты модема для клиентов, маршрутизатора, интеллектуальной точки доступа и мобильного переключающего контроллера на Интернет.

На экскаваторах и большегрузных автомобилях установлен мобильный терминал данных (МТД), включающий в себя бортовой компьютер Wenco-Axon и сенсорный экран. Бортовой компьютер Wenco создан на платформе стековых модулей PC-104, обеспечивающих высокую скорость работы, отлично приспособленных для работы в сильно загряз-



Рис. 1. Функциональная структура АСУ ГТК

ненной среде, в условиях частых ударов и вибраций и имеющих минимальный вес и габариты, низкий уровень энергопотребления, широкий диапазон рабочих температур. В корпусе компьютера интегрирован приемник GPS и карта радиодоступа Motorola MESH. Бортовой компьютер предназначен для обработки радиосообщений, включая обработку данных, получаемых посредством интерфейса к имеющимся на горном и транспортном оборудовании системам мониторинга работы двигателей, определения веса погружаемой породы, расхода топлива. Компьютер обрабатывает также сообщения диспетчерского управления и текущего состояния машины. При необходимости оператор горного (транспортного) оборудования может вводить информацию вручную. Бортовой компьютер использует микропроцессор VIA и операционную систему Windows XP embedded; имеются внутренний источник питания, мониторы температуры и состояния системы. Поддерживается Интернет и технология беспроводного соединения различных электронных устройств. Жидкокристаллический



Рис. 2. Многоузловая широкополосная система коммуникаций на базе архитектуры MESH

цветной сенсорный дисплей имеет панель TFT LCD с разрешением 256 тыс. цветов и автономную подсветку (само-затемняющуюся при низком освещении), размер экрана — 8 дюймов (20 см), снабжен аппаратно-ускоренным контроллером, соединяется с процессором через видео и USB-порт.

Автоматический сбор информации о характере занятости самосвалов и экскаваторов (ожидание погрузки, погрузка, движение груженым, ожидание разгрузки, разгрузка, движение порожним) осуществляется в режиме реального времени. На бортовом мониторе отображаются все статусы оборудования, включая вес погружаемого материала по мере погрузки. МТД порожнего самосвала получает информацию об очередном адресе погрузки и координаты ближайшего «виртуального маяка» по маршруту следования. Этот процесс слежения за прохождением машиной очередных сегментов маршрута ведется вплоть до ее прибытия к рекомендованному погрузочному оборудованию.

Основные сообщения система получает с бортовых компьютеров горного и транспортного оборудования, которые передаются посредством радиосети Motorola MESH на главный сервер системы через точки доступа MESH и другое мобильное или стационарное оборудование. Коммуникационные сервисы ACU Wenco координируют прием радиосообщений со стороны сервера, а также отправляют сообщения на бортовое оборудование.

Помимо автоматического формирования информации, оператор оборудования имеет возможность вводить свой идентификационный номер и при необходимости вручную изменять статус (состояние, характер занятости) машины и обновлять информацию о распределении, а также нажатием клавиши вводить коды организационных постоев. Отображение на экране монитора технического состояния машины позволяет оператору обнаружить неисправности отдельных узлов, вводить показания мото-часов на текущий момент и количества заправленного топлива. Оператор имеет также возможность направить письменное сообщение диспетчеру, используя виртуальную клавиатуру.

Применение МТД позволяет на качественно новом уровне организовать обмен сообщениями между оператором горнотранспортного оборудования (водители самосвалов, машинисты экскаваторов) и диспетчером, т. е. передавать сообщения на бортовой дисплей о предстоящих взрывных работах, состоянии дорог, а также отдельные предупреждения по технике безопасности и другую информацию. В свою очередь, оператор оборудования может направить сообщение диспетчеру.

Для управления работой горного и транспортного оборудования и мониторинга текущих показателей производства используются программные комплексы «Контроль оборудования» (Fleet Control) и «Отображение карьера» (MineVision), предназначенные для диспетчеров и оперативных руководителей производства. В диспетчерской установлено два типа мониторов, на которых в виде графиков и таблиц отображается работа отдельных экскаваторов и самосвалов, пунктов разгрузки, а также карьер в целом, причем на рассматриваемый момент времени либо нарастающим итогом с начала смены.

При использовании программного комплекса «Контроль оборудования» (рис. 3, а) на экране монитора отображаются (в виде линейной диаграммы «погрузочное оборо-

дование — разгрузочные пункты») статусы экскаваторов и перемещение порожних либо груженых самосвалов. Для каждого статуса используется различное цветовое отображение. Диспетчер может также вывести на экран детальные таблицы производительности любой единицы оборудования с начала смены, темпов выполнения плана, качества погруженной (вывезенной) руды или вскрышной породы, продолжительности операций, а также таблицы по парку оборудования и карьеру в целом.

При использовании программного комплекса «Отображение карьера» (рис. 3, б) на экране монитора отображаются маркшейдерская схема развития автодорог, расположение забоев, отвалов и складов руды, погрузочное оборудование и разгрузочные пункты, координаты GPS, а также перемещающиеся самосвалы, цветовое отображение символов которых соответствует отдельным статусам (на погрузке, груженый, в ожидании разгрузки и т. д.). Каждый компонент карты содержит полный список характеристик, которые могут быть вызваны нажатием мыши. Диспетчер или другой пользователь может видеть статусы оборудования на текущий момент, распределение самосвалов по экскаваторам и пунктам разгрузки, количество разгрузок, вес текущей и предыдущей погрузки, тип горной породы, качество руды, общее количество погрузок за смену, имя машиниста и др. Подобные списки отображаемой на дисплее информации имеются для экскаваторов, самосвалов, пунктов разгрузки, отдельных маршрутов и т. д.

Местоположение, маршруты, блоки и другая информация генерируются из базы данных WencoDB и размещаются на карте. Пользователь контролирует отдельные компоненты, используя различные цвета. С помощью

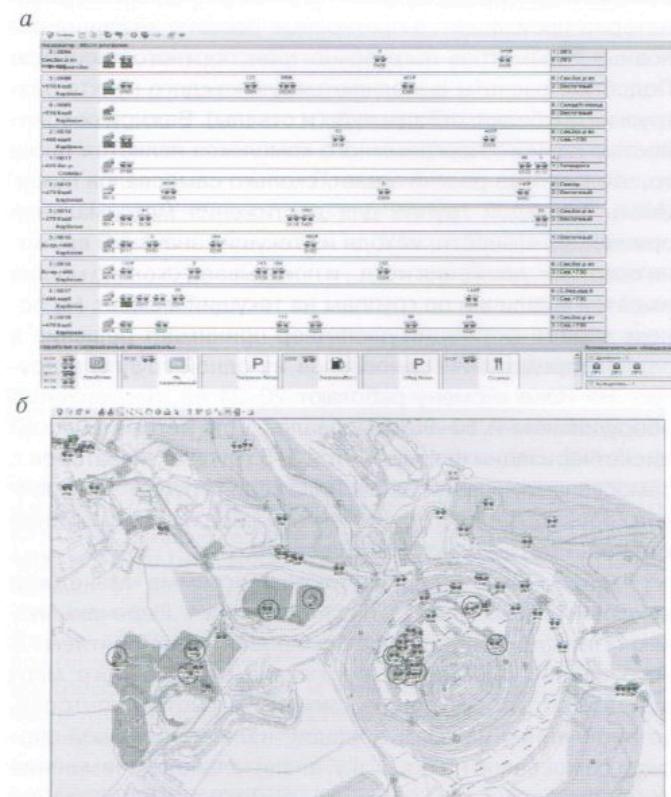


Рис. 3. Вид экрана монитора при использовании программных комплексов «Контроль оборудования» (а) и «Отображение карьера» (б)

инструмента «Графический редактор» можно оперативно непосредственно на карте вводить изменения в схемы дорог, расположение экскаваторов на уступах и разгрузочных пунктах, а также создавать новые графические объекты, редактировать маршруты или задавать ограничения для движения. Визуальное представление состояния работ в карьере позволяет видеть простоявшее оборудование и помогает оперативно выявить проблему.

Автоматическая диспетчеризация в АСУ ГТК осуществляется в двух режимах — статическом и динамическом. При динамическом режиме автоматическое распределение самосвалов между экскаваторами может осуществляться по открытому, закрытому или комбинированному циклам. Для этого используется оптимизационный алгоритм. Диспетчер может также на экране дисплея сформировать «группы диспетчирования», в которых определенное число конкретных самосвалов и экскаваторов будут работать вместе. Внутри группы идет автоматическое распределение самосвалов по открытому циклу. На экране монитора, установленного в кабине водителя, в процессе движения выводится адрес погрузки. Программный комплекс «Конфигурация параметров погрузочно-транспортного процесса при диспетчировании» позволяет отобразить в динамическом режиме продолжительность времени погрузок для каждого экскаватора и продолжительность движения груженых им самосвалов, а также продолжительность движения порожних самосвалов, направленных к этому же экскаватору. При этом выполняется анализ случайных значений. Фактические значения параметров продолжительности транспортно-технологического цикла сравниваются с предварительно установленными и, соответственно, корректируются. На основе предшествующей истории производятся прогнозные расчеты значений основных параметров погрузочно-транспортного процесса. Подобные расчеты выполняются для каждого пункта разгрузки (дробилки, склады руды и отвалы). Важной особенностью данного программного комплекса является также то, что система рассчитывает, сколько самосвалов нужно иметь в каждой группе для достижения максимальной производительности, исходя из текущих значений времени погрузки, движения и т. д., и показывает, сколько машин имеется в наличии по группам на текущий момент. На основе этой информации диспетчер принимает решение о перераспределении самосвалов из одной группы в другую. На ГОКе в смену работают 20–24 ед. погрузочного оборудования и 80–90 самосвалов. Для автоматической диспетчеризации формируются 3–5 групп экскаваторов с самосвалами, исходя из расположения группы погрузочного оборудования в одной зоне карьера или примыканий к одной и той же выездной траншее.

В АСУ ГТК установлена также программа «Менеджер исключительных (нештатных) ситуаций». Перечень исключительных ситуаций сформирован предприятием. В него вошли: отклонение самосвала от заданного маршрута, предупреждающие сигналы с систем контролера, установленных на оборудовании; наличие большой очереди самосвалов на погрузку; значительное превышение продолжительности текущего осмотра оборудования относительно установленной нормы и др. Система распознает нештатные ситуации, возникающие на производстве, и сигнализирует об этом диспетчеру, который

немедленно принимает соответствующие меры для обеспечения эффективной работы оборудования.

С целью контроля загрузки самосвалов компания Wenco установила интерфейсы к системам измерения полезной нагрузки TPMS на самосвалах фирмы Caterpillar. В процессе погрузки информация о накопительном весе породы в загружаемом самосвале передается системой на дисплей МТД экскаватора. Таким образом, машинист экскаватора получает возможность добиться оптимальной загрузки самосвала, не допуская перегрузки или недогрузки.

Для управления качеством рудопотоков внедрен интерфейс к базе данных автовесовой, через которую самосвалы с рудой проходят на золотоизвлекательные фабрики. Информация о весе руды в режиме реального времени поступает в систему управления. Контроль и усреднение руды ведется по 3–5 показателям качества (Au, S, As, Ca, Sb). Одновременно АСУ ГТК предоставляет информацию о ритмичности поступления руды на фабрику по часам каждой смены, простоях самосвалов на фабрике и осуществляет контроль недопущения разгрузок руды в породный отвал, и наоборот.

АСУ ГТК также осуществляет контроль соблюдения назначенных маршрутов и скорости движения самосвалов. Любое отклонение от маршрута немедленно обнаруживается системой, и на экране компьютера у диспетчера и на дисплее терминала на борту самосвала высвечивается предупреждающее сообщение.

В АСУ в виде таблицы вводится характеристика сегментов (участков) забойных и постоянных дорог с указанием предельной скорости движения по типам самосвалов и с учетом состояния дорог, погодных условий и т. п. Система контролирует движение каждой машины. При нарушении скоростного режима производится немедленное оповещение диспетчера и водителя через его терминал. Все скорости движения во времени запоминаются в базе данных и в любой момент можно получить соответствующий отчет. Применение этой функции позволяет повысить безопасность движения.

Система также воспроизводит любые ранее отработанные смены, показывая при этом, например, время, место и скорость движения любого самосвала или места, где производились разгрузки. Это может быть использовано для обучения водителей или при анализе аварийных ситуаций.

С целью мониторинга расхода топлива на 85 большегрузных самосвалах и 23 бульдозерах, грейдерах и погрузчиках установлены датчики управления жидкости компании «Омникомм Технология». Wenco разработала программный интерфейс для обработки данных об уровне топлива на бортовом компьютере АСУ ГТК и передачи этой информации в режиме реального времени в единую базу данных. Система регистрирует все заправки во времени и предоставляет, наряду с технологической информацией, данные по расходу топлива по каждому рейсу. При этом создается отчет, в котором в итоге за смену по каждому самосвалу указывается: фамилия водителя; уровень топлива в баке на начало смены; количество топлива при каждой заправке; количество израсходованного и неизрасходованного на конец смены топлива; объем грузовой работы за смену (т-км) и удельный расход топлива на 1 т-км и на 1 км. Выдаются также графики уровня топлива в баке самосвала

в динамике смены, на которых можно увидеть, когда и сколько топлива было заправлено, скачки в расходе, связанные с условиями автодорог, работой двигателя, какого-либо слива и др. Достоверная отчетность по расходу топлива позволяет совершенствовать нормирование расхода в зависимости от моделей горного и транспортного оборудования и конкретных горнотехнических условий работы. Кроме того, в АСУ ГТК имеется программный модуль по управлению заправками, по которому самосвал будет направлен на дозаправку только тогда, когда система зафиксирует недостаточный уровень топлива в баке.

Техническое состояние оборудования контролируется с помощью специальной программы, установленной на бортовом компьютере. Пользователь выбирает оборудование и параметры, информацию о которых он хочет запросить (например, об уровне масла, смазочной эмульсии, давлении и др.), и за какой период. Данные поступают в режиме реального времени. Автоматически выявляются критические значения параметров, при этом сигнальное сообщение выводится на экран монитора. Вся информация сводится в виде отчетов и графиков, последние автоматически обновляются по мере поступления новых данных. Пользователь может максимизировать площадь графика, оптимизируя обзор, или экспортить данные мониторинга в изображение или в текстовый файл.

Мониторинг технического обслуживания оборудования позволяет формировать информацию о проведенных ремонтах и осмотрах за каждую смену, продолжительности обслуживания и ликвидации отказов, готовности оборудования, а также вести учет выполнения технического обслуживания с момента начала простоя до завершения ремонта с отражением информации о персональном исполнителе этих работ, заменяемой детали (узла) и ее производителе. Также предусмотрена возможность получения различных ежедневных отчетов о техническом обслуживании, причинах простоя, отдельных замененных компонентах, видах отказов и обслуживания, готовности оборудования.

Автоматизированная система мониторинга вспомогательного оборудования основана на специализированных (упрощенных) бортовых компьютерах с соответствующим прикладным бортовым и офисным программным обеспечением. Основные функции системы мониторинга вспомогательного оборудования — отображение в режиме реального времени на экране монитора диспетчера местоположения оборудования и его перемещение; регистрация работы двигателя и ее продолжительности; формирование и передача информации о состоянии оборудования, видах производительной работы и простоях по различным причинам; расчет и отчетность об объемах выполненных работ за смену и расстоянии передвижения.

База данных и система отчетности в АСУ ГТК построена в архитектуре «Открытых средств связи с базами данных». Вся информация сохраняется в базе данных WencoDB. Открытое управление базами данных облегчает интерфейс и пересылку данных. Наряду со стандартным пакетом отчетов АСУ для ОГОКа разработан ряд специальных форм отчетности. Установлена система Crystal Reports, позволяющая пользователю самому разрабатывать и управлять созданными отчетами, также определять необходимый интервал времени автоматической выдачи отчетов,

например, отчеты за смену и т. п. В АСУ используется общепринятая операционная система Windows. Отчеты могут быть получены также в формате Интернета для последующей непосредственной их передачи в другие подразделения предприятия. В системе широко используются изображения и пиктограммы и имеется ряд средств — «редакторов» — для ведения базы данных. Наряду с текстовым редактором используется «Графический редактор» для упрощения выполнения текущих изменений в различных планах и схемах. На ОГОКе вся отчетность о работе горного и транспортного оборудования и карьера в целом ведется с помощью АСУ ГТК.

Заключение

Внедрение АСУ ГТК на ОГОКе позволило повысить оперативность принятия диспетчерских решений по управлению горным производством на основе объективной информации в режиме реального времени, уменьшить простоя экскаваторов и самосвалов в ожидании погрузки, улучшить качество отчетности за счет получения более достоверных данных о простоях и ремонтах и управления транспортными потоками, сократить организационные простоя за счет контроля персонала.

В отдельные периоды перевезенный объем горной массы за месяц повысился на 7,21 %, сменная производительность экскаватора увеличилась на 12,27 %, число рейсов одного самосвала увеличилось на 10,47 %, число рейсов всех самосвалов за смену увеличилось на 6,72 %, количество погрузок одним экскаватором в час увеличилось на 11,70 %.

Использование АСУ ГТК в течение только одного года повысило эффективность работы горнотранспортного оборудования, что позволило, в частности, высвободить два самосвала грузоподъемностью 90 т и фактически компенсировать затраты на создание АСУ ГТК. 

Совмен Владимир Кушукович,
тел.: (3912) 26-07-46

Поляков Александр Валерьевич,
тел.: (495) 641-33-77 (доб. 1204)

Шакин Дмитрий Юрьевич,
e-mail: ShakinDYu@gold.ru

Коннал Гарт,
e-mail: gconnal@wencomine.com

Табакман Иосиф Борисович,
e-mail: itabakman@wencomine.com

Антоненко Денис Петрович,
тел.: (383) 335-72-24

EXPERIENCE OF INTRODUCTION OF ACS WENCO AT MINING TRANSPORTATION COMPLEX OF OLIMPIADINSKY MINING AND DRESSING PLANT

Sovmen V. K., Polyakov A. V., Shakin D. Yu., Kollan G., Tabakman I. B., Antonenko D. P.

The description of separate components of technical support and functional modules of the automated control system of mining transportation complex is presented. It is noticed that system introduction has allowed to raise the efficiency of decision-making on management of mining production, and also efficiency of usage of technique, quality and safety of mining.

Key words: GPS, on-board computer, information, real time mode, centralization of control, monitoring.