

УДК 622.271.681.322—181.4

И.В. Зырянов, Б.И. Димант, В.Г. Ульянов

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
НА КАРЬЕРНОМ ТРАНСПОРТЕ В АК «АПРОСА»**

Внедрение в АК «АПРОСА» на двух карьерах «Юбилейный» и «Нюрбинский» автоматизированных систем управления горнотранспортными работами повысило эффективность использования технологического транспорта. Возросла производительность горнотранспортного комплекса, снизились удельные эксплуатационные затраты, уменьшилась аварийность.

Ключевые слова: автосамосвал, АСУ горнотранспортными работами, бортовые терминалы, система радиосвязи, режим реального времени, контроль, мониторинг, управление, загрузка, скорость движения, маршруты, динамические нагрузки, расход топлива, производительность, эффект.

В Акционерной Компании «АПРОСА» внедрены две автоматизированные системы управления горнотранспортными работами (АСУ ГТР) – в 2004 г. на карьере «Юбилейный» (Айхальский ГОК) и в 2008 г. на карьере «Нюрбинский» (Нюрбинский ГОК). Карьеры находятся в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (Республика Саха, п. Айхал и Нюрба).

Принимая во внимание сложные горно-геологические и гидрогеологические условия алмазосодержащих трубок, холодный климат, масштаб работ, разнообразие применяемых моделей горного и транспортного оборудования, высокие темпы понижения горных работ — все это и предопределило необходимость повышения эффективности отработки кимберлитовых месторождений, в том числе и за счет внедрения АСУ ГТР.

Обе системы были изготовлены и поставлены фирмой Wenco International Mining Systems (Канада) и внедре-

ны совместно со специалистами АК «АПРОСА». Специалисты фирмы Wenco также осуществляют сервисное сопровождение систем. Внедрение систем подняло на более высокий уровень организацию и управление горнотранспортным комплексом.

АСУ ГТР на карьере «Юбилейный» охватывает управление автосамосвалами типа БелАЗ-751311, БелАЗ-75131, БелАЗ-75125, БелАЗ-7512А, Unit Rig MT3300, Komatsu Haulpak 510E, экскаваторами, погрузчиками, буровыми станками — всего более 80 единиц оборудования. Карьер Нюрбинский оснащен, в основном, высокопроизводительной техникой фирмы Caterpillar. Парк большегрузных автосамосвалов состоит из 25 единиц CAT-777D/ 777F грузоподъемностью 91 т и 45-ти тонных БелАЗ — 754813.

Современные АСУ ГТР на карьерах представляют собой программно-технический комплекс, который включает:

- бортовые технические средства, установленные на мобильном оборудовании;

- систему радиосвязи для передачи данных в режиме реального времени;

- компьютерное оборудование, включая серверы и рабочие станции пользователей;

- специальное программное обеспечение мониторинга и диспетчерского управления горнотранспортным оборудованием, ведения базы данных.

На борту каждой единицы мобильного оборудования установлен «Мобильный терминал данных» (МТД). Этот комплект оборудования включает бортовой промышленный компьютер, монитор с сенсорным экраном, радиоприемник системы GPS для определения местоположения и перемещения мобильного оборудования, радиостанцию для приема и передачи технологической и распорядительной информации.

Внедренные системы управления обеспечивают выполнение следующих основных функций:

- автоматизация сбора и представления информации о местоположении и состоянии горного и транспортного оборудования;

- автоматическая оптимальная диспетчеризация экскаваторно-автомобильного комплекса;

- управление полнотой загрузки автосамосвалов;

- контроль соблюдения маршрутов и скорости движения автосамосвалов;

- контроль отклонения технологического процесса от заданных параметров и режимов;

- мониторинг технического состояния и обслуживания оборудования;

- мониторинг расхода топлива автосамосвалами;

- мониторинг эксплуатации шин;

- оперативный и накопительный учет работы оборудования и карьера в целом и др.

Для получения информации в режиме реального времени о местоположении и состоянии горного и транспортного оборудования используются программные комплексы «Контроль оборудования» и «Отображение карьера», предназначенные для диспетчеров и сменных мастеров. Информация на экраны выводится в виде графиков, диаграмм и таблиц (рис. 1). На экране монитора «Контроль оборудования» отображаются состояние экскаваторов и погрузчиков, перемещение автосамосвалов,двигающихся на погрузку или к пунктам разгрузки. Оперативный персонал может получать сводки о текущей и накопительной производительности оборудования, о темпах выполнения плана, данные по объемам и типу вывезенной горной массы. Для оперативного визуального контроля местоположения оборудования в режиме реального времени в системе реализована «Карта карьера» (рис. 2). На мониторе компьютера с помощью программы Mine Vision динамически отображаются схемы дорог, расположение пунктов разгрузки, местонахождение и состояние горного и транспортного оборудования. Система осуществляет контроль и сигнализацию при отклонении режимов от заданных. На основе такого мониторинга всех событий в карьере выявляются ситуации, вызывающие потери времени из-за непроизводительных действий, и диспетчер или начальник смены оперативно принимают необходимые решения.

В системе управления реализован алгоритм оптимальной диспетчеризации, выполняющей автоматическое

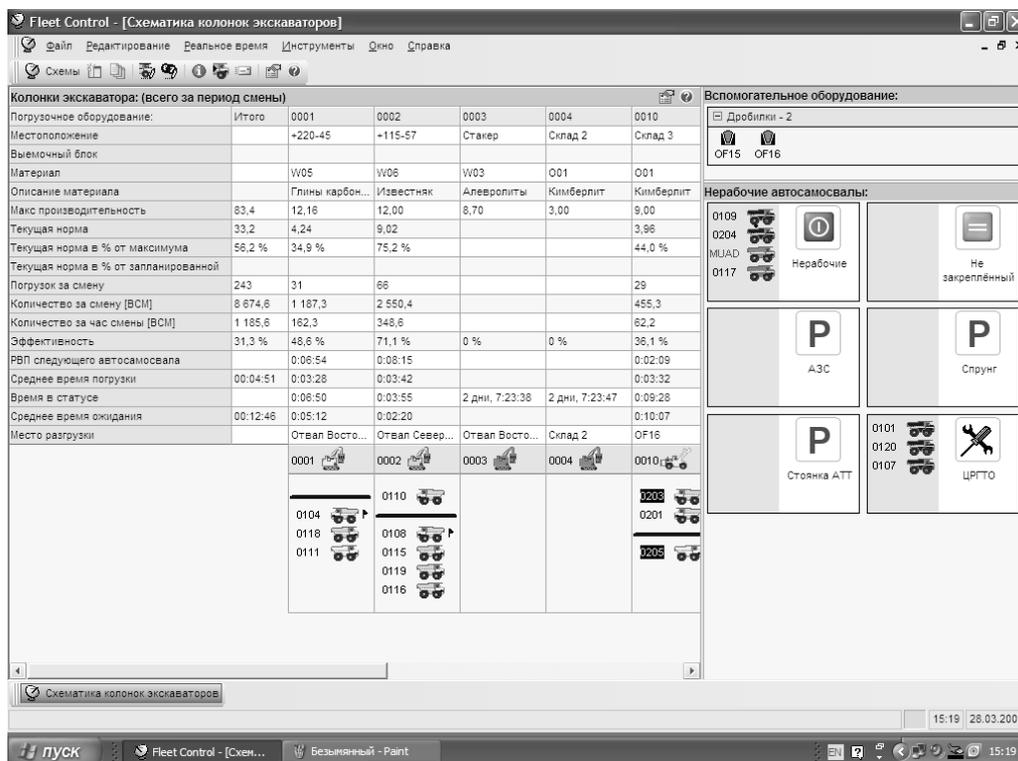


Рис. 1. Фрагмент экрана диспетчера «Контроль оборудования»

распределение автосамосвалов между экскаваторами по закрытому, открытому или комбинированному циклам.

При закрытом цикле автосамосвалы закрепляются за экскаваторами в течение смены, и диспетчер производит перезакрепление при изменении плана или выходе из строя погрузочного оборудования или транспорта. При открытом цикле автосамосвалы не закрепляются за экскаваторами в течение смены, и каждое новое распределение порожнему автосамосвалу определяет система. Для оптимизации решений в алгоритме управления прогнозируется ожидаемая ситуация для каждого экскаватора, а также просматриваются альтернативные варианты распределения с учетом прогнозируемого появ-

ления в рассматриваемой зоне карьера нескольких порожних автосамосвалов. Комбинированный цикл дает возможность диспетчеру дисплея сформировать «группы диспетчирования», в которых определяются конкретные автосамосвалы и экскаваторы, которые будут работать вместе. Внутри группы управление по распределению автосамосвалов осуществляется по открытому циклу. Программный комплекс также рассчитывает, сколько автосамосвалов нужно иметь в каждой группе для достижения максимальной производительности с учетом текущей ситуации. На основе этой информации диспетчеры могут перераспределять автосамосвалы из одной группы в другую. Использование автоматической диспетчеризации позволяет со-

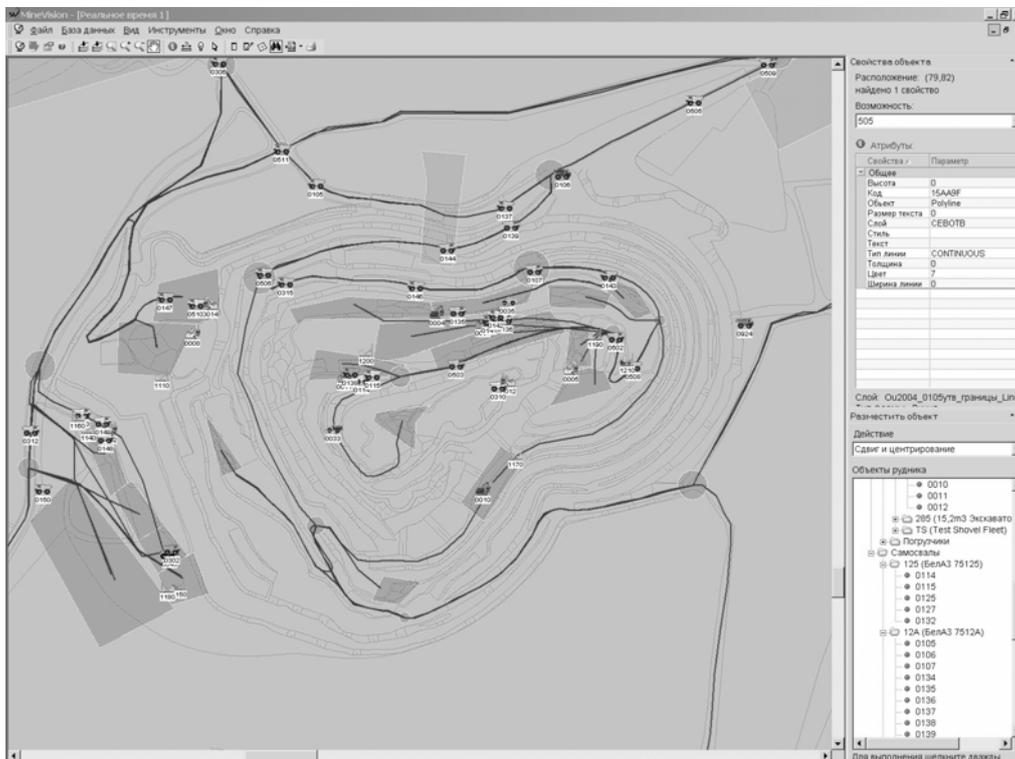


Рис. 2. Экран монитора «Отображение карьера в реальном времени»

кратить время технологического цикла автосамосвалов и увеличить производительность комплекса в отдельные смены на 10-15 %, что достигается за счет снижения времени погрузки (простоя в очереди и скорости операций погрузки), повышения коэффициента загрузки самосвала и среднетехнической скорости движения на маршруте.

С целью контроля загрузки автосамосвалов Wenco установила интерфейсы к системам измерения полезной нагрузки на автосамосвалах. В процессе погрузки информация о накопительном весе породы в загружаемом автосамосвале передается системой на дисплей МГД экскаватора. Таким образом, машинисты экскаваторов более быстро и оптимально грузят автосамосвалы. Повышается

коэффициент загрузки, уменьшается вероятность перегруза или недогрузки машины.

Для соблюдения маршрутов и скорости движения в систему вводится таблица – характеристика сегментов (участков) забойных и постоянных дорог с указанием предельной скорости движения по типам автосамосвалов и с учетом состояния дорог, погодных условий и т.д. Система ведет непрерывный контроль маршрута и заданной скорости движения каждого автосамосвала, а при выявлении отклонения от задания производится оповещение посредством терминала водителя и монитора диспетчера. Все скорости и нарушения заданий движения во времени фиксируются в базе данных. Контроль режимов движения позволил уменьшить случаи пре-

вышения установленной скорости, повысить среднетехническую скорость, коэффициент готовности машин, безопасность движения, снизить удельный расход топлива.

Для реализации функции мониторинга технического состояния и обслуживания оборудования бортовой компьютер (МТД) непрерывно, в режиме реального времени, опрашивает значения параметров встроенных систем (VIMS) на автосамосвалах и передает в систему. Система выявляет отклонения параметров от заданных и выдает сообщение на монитор. Программный комплекс технического обслуживания ведет учет выполнения всех технических действий с момента начала простоя до завершения ремонта с отражением сведений о ремонтном персонале, видах работ, марок деталей и узлов, установленных во время обслуживания. Специальный программный модуль ведет мониторинг эксплуатации шин в режиме реального времени. Вычисляется показатель $t \times \text{км/час}$ по каждому груженому автосамосвалу в процессе его движения к пункту разгрузки и таким образом прослеживается нагрузка на каждую шину автосамосвала. Данные в базе данных обновляются по каждому автосамосвалу непрерывно, по завершении каждого рейса. Комплекс мониторинга технического состояния позволил рационально планировать техническое обслуживание парка машин, а также обеспечил возможность контроля соответствия вида и времени ремонта по технологическим нормативам.

С учетом того, что статья затрат на дизельное топливо является одной из основных в себестоимости горнодобывающих предприятий, особенно в условиях Крайнего Севера, предусмотрен оперативный и накопительный мониторинг расхода топлива технологическим транспортом. На большинстве автосамосвалов установ-

лена система контроля расхода топлива FMS фирмы OmniComm. Фирма Wenco разработала интерфейс связи системы FMS и Wenco. Использование системы FMS позволяет получить реальную информацию о фактическом расходе топлива самосвалами, что обеспечивает точный и оперативный контроль и учет расхода топлива. Это позволило сократить время неэкономичного режима вождения самосвалов и снизить удельный расход топлива.

Для организации оперативного и накопительного учета параметров и режимов технологического процесса предусмотрена развитая система формирования отчетности. Вся информация сохраняется в базах данных. В системах учета для Айхальского и Нюрбинского ГОКов разработано несколько десятков отчетов, созданных с учетом специфики каждого предприятия. Использование актуальной и достоверной оперативной отчетной информации о работе горнотранспортных комплексов позволило административному персоналу более эффективно вести управление предприятием.

Внедрение систем обеспечило повышение качества и оперативности получения информации, автоматизировало управление распределением самосвалов, что позволило повысить своевременность и обоснованность принятия решений по управлению процессами, повысить скорость и точность выполнения технологических операций. Внедрение систем расширило состав и качество средств (инструментов) контроля и управления горнотранспортными работами. Использование технических и программных средств систем обеспечило возможность осуществлять централизованный, более оперативный и строгий контроль технологических процессов. Оперативный инструменталь-

ный контроль дал возможность повысить технологическую дисциплину (соблюдение скорости движения на маршруте, паспорта загрузки самосвалов, режима заправки и др.), улучшить производственную дисциплину (исполнение заданий, режима труда, перерывов и окончания работы и др.), улучшить организацию и безопасность работ. Это повысило эффективность выполнения технологических операций и привело к улучшению технологических параметров ведения работ. В результате более эффективно используются автосамосвалы и погрузочная техника:

- на 10—30 % снизилось время простоя автосамосвала у погрузочной техники;

- на 2—3 % повысилась средняя загрузка самосвалов, снизился разброс значений загрузки, уменьшились случаи недогрузки и перегруза машин;

- на 10-15 % повысилась среднетехническая скорость движения самосвалов, уменьшились случаи превышения скорости движения машины на маршруте;

- на 3—4 % снизился удельный расход дизельного топлива за счет уменьшения простоев и повышения равномерности движения автосамосвалов;

- на 10 % сократилась аварийность техники за счет уменьшения уровня динамических нагрузок (повышение равномерности скорости движения и загрузки автосамосвалов), снизилась трудоемкость ремонтов;

- повысилась технологическая (соблюдение паспорта загрузки самосвалов, скорости движения на маршруте) и производственная (исполнение назначения маршрутов, заданий, режима труда и отдыха) дисциплина;

- улучшилась организация работ (организация ремонтного обслуживания, заправки, перерывов в работе и

др.) и безопасность горных работ (контроль скоростных режимов, маневровых и технологических маршрутов, правил дорожного движения);

- усилилась мотивация труда работников автобаз (повысился интерес к работе с более современной техникой, стремление к повышению квалификации и др.).

Улучшение технологических и производственных параметров управления горнотранспортным комплексом привело к повышению его производительности на 5—10 %, в том числе, производительность технологического транспорта увеличилась на 10—15 %, произошло снижение себестоимости добычи (на 3—4 %) и транспортирования горной массы (на 4—6 %).

Фактический экономический эффект от внедрения системы на карьере «Юбилейный» за 2005—2006 гг. составил 121.3 млн рублей (в том числе в 2005г. — 67.9 млн руб., в 2006 г. — 53.4 млн руб.). Реальное повышение производительности горного и транспортного оборудования составило 5-8 %, что позволило отказаться от закупки двух самосвалов грузоподъемностью 136 т на карьере «Юбилейный». После внедрения системы управления на карьере «Нюрбинский» произошло фактическое снижение времени простоя самосвалов под погрузкой, повышение средней загрузки и скорости движения самосвалов, снижение удельного расхода дизельного топлива. Экономический эффект за 2009 г. составил 42-45 млн рублей. Затраты на внедрение системы на карьерах «Юбилейный» и «Нюрбинский» окупились менее чем за один год. Наибольшая доля экономического эффекта внедренных систем получена от повышения эффективности использования технологического автотранспорта.

Дальнейшее повышение эффективности эксплуатации автосамосвалов предусматривается через расширение объема и состава функций контроля АСУ. В АК «АЛРОСА» планируется развитие систем по следующим направлениям:

Для ужесточения контроля расхода топлива предусматривается оснащение всех автосамосвалов соответствующими устройствами.

В более отдаленной перспективе предусматривается оснащение автосамосвалов устройствами контроля

динамических нагрузок и вибромониторинга основных узлов машин, что позволит оптимизировать их часовую и годовую производительность с учетом загрузки, профиля и ровности дороги, расстояния транспортирования и других факторов.

При улучшении экономической конъюнктуры на алмазном рынке будут рассмотрены вопросы целесообразности внедрения систем управления горнотранспортными работами на других карьерах. **ИАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Зырянов Игорь Владимирович — заместитель директора по научной работе, I.Ziryaynov@yna.alrosa-mir.ru,

Димант Борис Ильич — заместитель главного инженера по автоматизации, b.dimant@yna.alrosa-mir.ru,

Ульянов Виталий Геннадьевич — заведующий лабораторией автоматизации технологических процессов, latp@yna.alrosa-mir.ru, институт «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА».



ГОРНАЯ КНИГА



Освоение техногенных массивов на горных предприятиях

А.М. Гальперин, Ю.И. Кутепов, Ю.В. Кириченко, А.В. Киянец, А.В. Крючков, В.С. Круподеров, В.В. Мосейкин, В.П. Жариков, В.В. Семенов, Х. Клапперих, Н. Тамашкович, Х. Чешлок

2012 г.

336 с.

ISBN: 978-5-98672-311-2

UDK: 622:577.4; 624.131.1:550.4

Отмечен существенный негативный вклад техногенных массивов на горных предприятиях в нарушение окружающей среды и определены направления их экологически безопасного освоения. Приведена характеристика горно-промышленных регионов с различными направлениями освоения техногенных массивов в России и Германии.

Для специалистов горного дела, в области геоэкологии и смежных специальностей. Может быть полезна студентам вузов, а также учащимся средних специальных учебных заведений горного профиля.