

УДК 622.271:35:656.13

П.А. Шеметов**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ
В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ**

Семинар №12

Проблема повышения надежности функционирования экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК) в глубоких карьерах неразрывно связана с обеспечением наиболее эффективного режима горных работ при минимальных эксплуатационных расходах. В такой постановке первоочередными задачами ее решения являются разработка и внедрение:

- систем управления ЭАК карьеров для согласования во времени и пространстве работы горно-транспортного оборудования и формирования грузопотоков в соответствии с заданными критериями (качественный состав руды, ограничения по вместимости перегрузочных пунктов, складов или пропускной способности транспортных коммуникаций и др.);
- методов учета надежности функционирования ЭАК карьеров при оперативном и перспективном планировании горных работ;
- бортовых средств контроля за техническим состоянием оборудования;
- специализированной мобильной техники для технического обслуживания горно-транспортного оборудования в рабочих зонах карьера.

Управление ЭАК в глубоких карьерах усложняется территориальной разобщенностью объектов управления, вероятностным характером состояния горно-транспортного оборудования и изменчивостью геологических показателей. При этом сообщения об изменении состояния объектов, как правило запаздывают, образуя информационный разрыв между оперативным планированием, фактическими данными на определенный момент времени и управленческими решениями, реализуемыми соответствующими службами. Работу диспетчеров в этих условиях отличает вы-

сокая производственная загрузка, ручная технология реализации управленческих процедур, постоянные отвлечения на телефонные запросы, большой объем рутинных учетных операций, что не способствует принятию рациональных решений диспетчерским персоналом. Поэтому уменьшение информационного разрыва между получением информации о состоянии объекта, принятием управленческого решения, доведением решения до исполнителя и получением информации о результатах реализации решения является основой повышения надежности ЭАК.

Схема управления развитием горных работ в карьере Мурунтау представлена на рис. 1. Рассмотрим первоочередные задачи более подробно.

Первые две задачи повышения надежности функционирования ЭАК управления и учета в карьере Мурунтау решены с разработкой и внедрением технологии космической навигации GPS (системы глобального позиционирования), в составе автоматизированной системы управления автотранспортом (АСУ АТ). Эксплуатация GPS-системы в составе АСУ АТ показала ее высокую эффективность, поскольку появилась возможность реально контролировать положение каждого самосвала, оперативно перераспределять их маршруты при изменении ситуации в работе ЭАК (остановка экскаваторов, дробильно-перегрузочных пунктов и др.). Использование разработанной системы позволило на 8 % повысить производительность технологического автотранспорта карьера.

Основными источниками данных, необходимых для работы системы, являются мобильные комплекты, установленные на автосамосвалах и экскаваторах, в состав

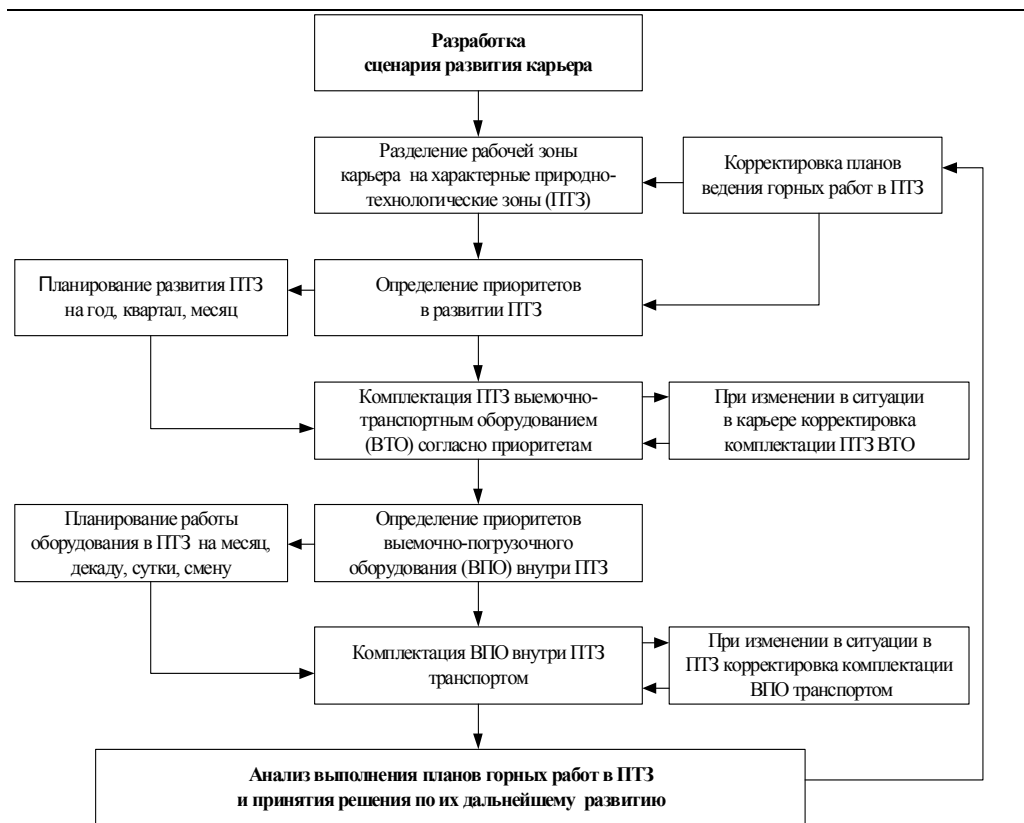


Рис. 1. Схема управления развитием горных работ в карьере Муурнтау

которых входят: приемники GPS; приборы цифровой радиосвязи; устройства обработки и отображения информации. Мобильные комплекты, определяя свое местоположение периодически по цифровым радиоканалам, передают на базовую станцию необходимую для контроля и управления ЭАК информацию. В диспетчерском центре происходит сбор информации со всех мобильных комплектов, ее обработка и архивирование с отображением через локальную компьютерную сеть текущего состояния ЭАК на рабочих местах пользователей. После принятия решения пользователями, управленческие команды диспетчерской службой карьера передаются конкретным исполнителям с отображением на мобильных комплектах экскаваторов и автосамосвалов. Схема централизованного управления ЭАК представлена на рис. 2.

АСУ АТ состоит из: подсистемы мобильного позиционирования (ПМП) горно-транспортных механизмов; подсистемы диспетчерского контроля (ПДК) и подсистемы программного обеспечения.

ПМП состоит из мобильных спутниковых комплектов, установленных на экскаваторах и большегрузных самосвалах.

Мобильный комплект (МК) экскаватора (рис. 3) предназначен для периодического определения его координат и координат наполнения ковша горной массой, а также для передачи с базовой станции машинисту экскаватора задания в виде изображения сортового плана на дисплее бортового компьютера. В состав блока входит: мобильный GPS-приемник (Trimble), бортовой индустриальный компьютер, радиомодем, мультиплексор, цифровая радиостанция, графический дисплей.

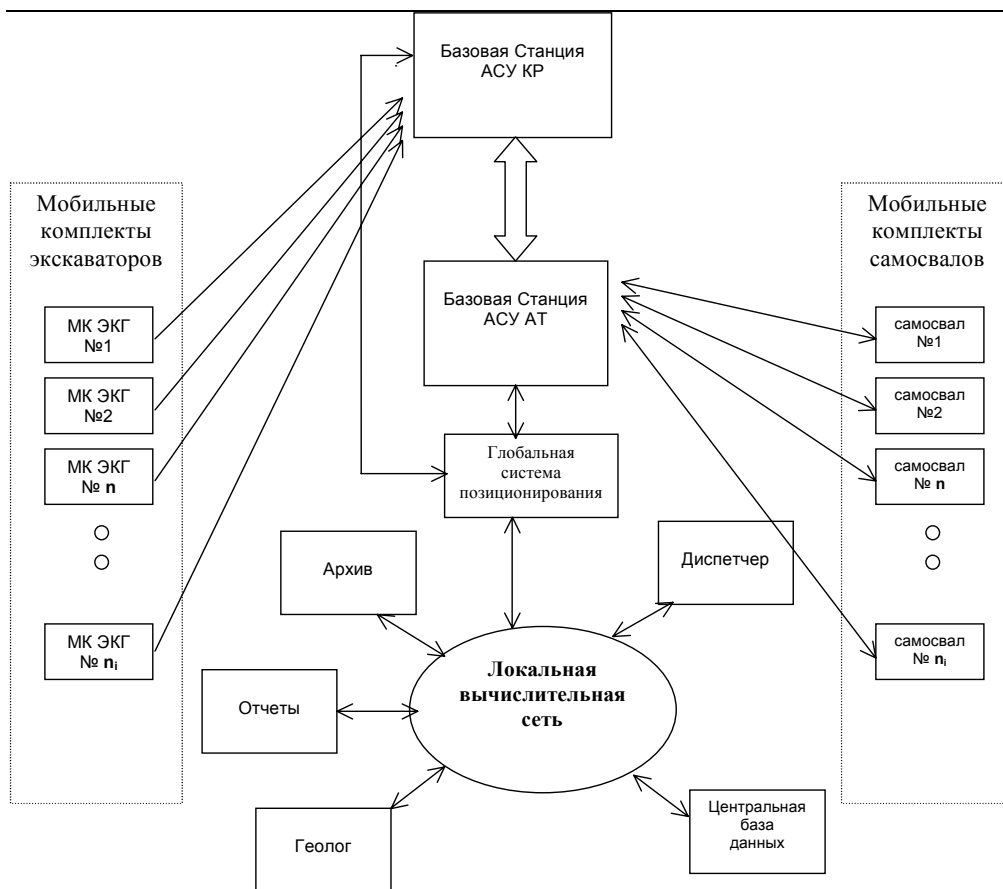


Рис. 2. Схема централизованного управления ЭАК

МК самосвала предназначен для периодического определения и передачи его координат на базовую станцию, а также для приема управленческих решений в виде следования на погрузку, разгрузку, техническое обслуживание, пересмену и т.п. Схема автомобильного комплекта отличается от экскаваторного комплекта тем, что вместо бортового промышленного компьютера и графического дисплея на самосвале установлен одноплатный компьютер и текстовый дисплей.

Каждый из мобильных комплектов ПМП программируется с целью получения наибольшей точности измерения координат горно-транспортного механизма.

ПДК предназначена для оптимизации взаимодействия большегрузных самосва-

лов и экскаваторов на основе использования ПМП. Состав ПДК: базовая станция, со спутниковым приемником, предназначенным для определения дифференциальной поправки с целью повышения точности определения координат ПМП; средства цифровой радиосвязи с ПМП и др; центральный компьютер с набором программ для решения задач АСУ АТ; компьютеры для отображения самосвалов и положения экскаваторов на фоне сводного плана карьера; средства связи диспетчера с водителями; базовый контроллер цифровых коммуникаций для связи с ПМП; сервер архивно-справочной информации на АСУ карьера; программно-технический интерфейс для связи с системой автоматизированного проектирования горного производ-

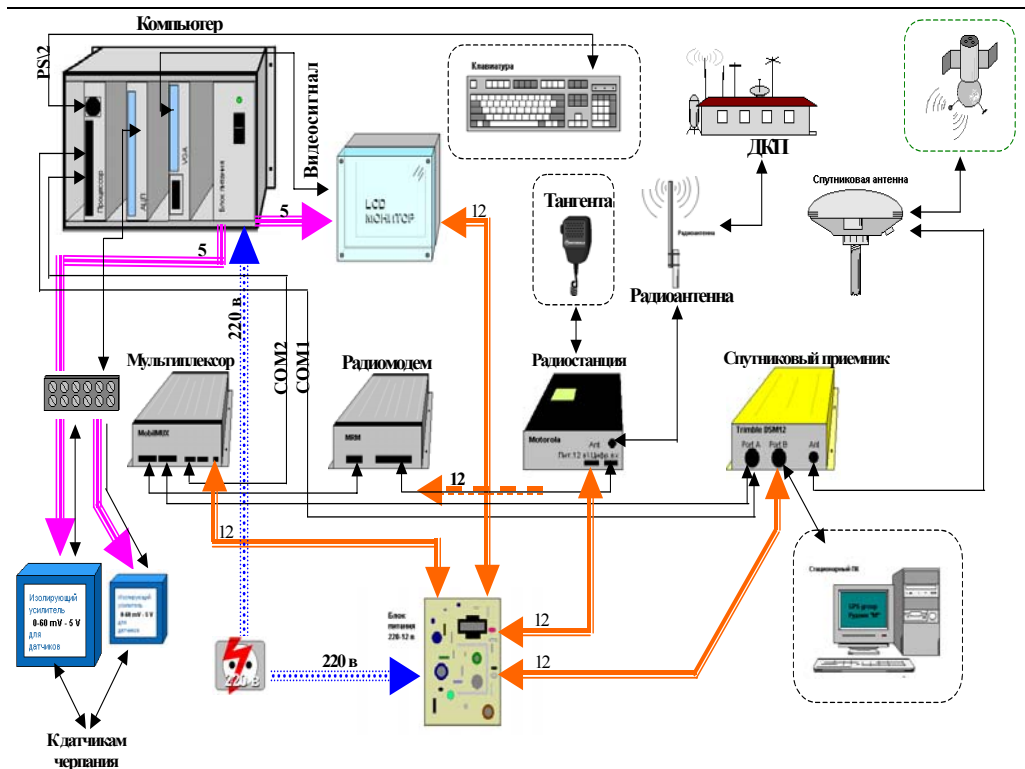


Рис. 3. Мобильный комплект экскаватора

ства (САПР ГП). Все пункты ПДК объединены в единую локальную компьютерную сеть с использованием беспроводной системы AiroNet.

Подсистема программного обеспечения предназначена для решения задач оптимизации маршрутов автотранспорта, учета выемки и транспортировки горной массы от экскаваторов на место складирования, отображения текущей информации в графическом виде (на фоне сводного плана карьера) на экране монитора, голосовой связи, а также ввода и хранения полученной информации в базе данных. Подсистема программного обеспечения представляет собой пакет программ, обеспечивающих: решение задач ввода и кодирования радиосигналов, поступающих от мобильных блоков подсистемы ПМП в подсистему диспетчерского контроля; эксплуатацию компьютерной системы, позволяющей гибко реагировать и быстро изменять параметры переадресации самосва-

лов; решение задач оптимизации маршрутов самосвалов, визуализации состояния экскаваторов, контроля их деятельности и управления на уровне диспетчера; выполнение архивирования данных и выдачи отчетов о работе горно-транспортного оборудования.

GPS- система АСУ АТ вместе с набором программно-технических средств взаимодействует с САПР ГП, а также с АСУ управления качеством рудопотока. Информация о расположении и движении горно-транспортного оборудования и количестве извлекаемой горной массы передается на центральный сервер в виде, приемлемом для использования программ САПР ГП. В свою очередь информация о результатах работы отдельных подсистем САПР ГП (сортовой план, маркшейдерские данные, буровой проект и др.) передается в GPS- систему управления качеством рудопотока и далее в GPS- систему АСУ АТ. Перечень задач GPS- системы АСУ АТ

карьера Мурунтау при текущем, очередном и перспективном планировании представлен в таблице.

Таким образом, АСУ АТ представляет собой структурный элемент общей системы управления открытыми горными работами.

Диспетчерское управление ЭАК в карьере происходит следующим образом. Начальник смены выдает наряд оператору на распределение самосвалов за один час до начала рабочей смены. При этом основным критерием распределения технологического автотранспорта является достижение максимальной производительности горно-транс-портного комплекса при соблюдении направлений развития горных работ. Получив наряд, оператор вводит эту информацию в компьютер и на дисплее установленного в кабине самосвала высвечивается номер экскаватора и пункт разгрузки. Вновь введенная информация сопровождается звуковым сигналом, водитель самосвала нажимает кнопку отключения звукового сигнала, тем самым подтверждая, что наряд принят. Таким об-

разом, осуществляется обратная связь водителя самосвала с оператором.

Основной задачей при комплектации экскаваторов на первый час рабочей смены является исключение простоев самосвалов в очередях в ожидании погрузки при одновременном подъезде под экскаватор (первый рейс). Для этого экскаваторы с нарядом, превышающим 4 самосвала изначально комплектуются на 50 % от потребности порожними самосвалами, давшими готовность. Оставшиеся 50 % от потребности комплектуются из числа груженых самосвалов. Под экскаваторы с меньшим приоритетом, укомплектованные по наряду 1–2 самосвалами, допускается при распределении на первый час работы добавлять дополнительные самосвалы.

После выхода на линию всех самосвалов, при необходимости производится их перераспределение, целью которого является комплектация экскаваторов согласно сменного наряда и отсутствие простоев самосвалов в ожидании погрузки под экскаваторами или разгрузки на дробильно-перегрузочных пунктах (ДПП) комплекса циклично-поточной технологии (ЦПТ).



Рис. 4. Организация пересмены водителей и стоянки самосвалов в межсменный период в чаше карьера на гор. +405 м

Перечень задач GPS-системы АСУ АТ карьера

<p>Текущие Управление технологическим транспортом в карьере</p>	<ul style="list-style-type: none"> - автоматическое определение координат самосвалов и отслеживание перемещений в реальном масштабе времени; - отображение на мониторах положения траекторий перемещения горно-транспортного оборудования; - автоматическое решение задач распределения и маршрутизации самосвалов между пунктами погрузки контроль по оптимальному распределению и маршрутизации самосвалов; - автоматический учет объемов транспортируемой горной массы, а также архивирование движения самосвалов; - автоматическая генерация отчетов по запросам пользователя, касающихся эффективности использования горно-транспортного оборудования и объемов горной массы; - визуализация состояния работ по экскавации и транспортировке горной массы; - контроль за скоростным режимом самосвалов
<p>Очередные Управление качеством потока</p>	<ul style="list-style-type: none"> - контроль качества селективной выемки; - определение содержания и объемов руды, отгруженной на завод в реальном времени; - оптимизация отгрузки и добычи руды; - автоматизация маркшейдерских работ
<p>Перспективные</p>	<ul style="list-style-type: none"> - контроль за техническим состоянием самосвалов; - учет работы персонала в загрязненной атмосфере;

Если в течение смены даст готовность к работе очередной экскаватор, он комплектуется самосвалами, находящимися в резерве, а если таковых не имеется, то самосвалы переадресовываются с экскаватора с низшим приоритетом. При остановке экскаватора, отгружающего горную массу на ДПП комплекса ЦПТ, его самосвалы переадресовываются на недоукомплектованный или резервный экскаватор, способный отгружать тот же сорт горной массы. В случае схода самосвала в течении смены, при необходимости производится перераспределение машин.

Повышение эффективности работы самосвалов за счет исключения простоев автотранспорта в ожидании погрузки в начале смены (первый рейс), снижение внутрисменных простоев решается в увязке с вопросами функционирования ЭАК. Для снижения простоев самосвалов в межсменный период организованы площадки для пересмены водителей и стоянки машин в чаше карьера в местах сопряжения въездных автомобильных траншей «Восточной» и «Западной» с предохранительными бермами. На местах стоянки самосвалы находятся как в порожнем, так и в груженом состоянии с двухрядной установкой. Площадки вмещают 10–20 само-

валов работающих в нижней зоне карьера и находятся по «Восточной» траншее на гор. +285 м для машин автоколонн № 2 и № 3, по «Западной» траншее на гор. +405 м для машин автоколонн № 1 и № 4 (рис. 4).

Организация пунктов пересмены водителей в чаше карьера, непосредственно около экскаваторов, позволяет снизить простои самосвалов в начале смены, т.к. часть груженных машин начинает смену с движения под разгрузку горной массы и повысить производительность труда водителей на 4,5–6,6 %, что дает дополнительных 16,5 тыс. м³ вывезенной горной массы в месяц.

В связи с тем, что горно-транспортное оборудование оснащено системой GPS, появилась возможность решения третьей задачи надежности ЭАК, получения данных в масштабе реального времени следующих параметров самосвалов: полезная нагрузка, пробег, скорость и другие эксплуатационные характеристики самосвала доступные через интерфейс RS-232. Эти данные обрабатываются при помощи бортового контроллера совместно с GPS данными с последующей посылкой в диспетчерский центр. Применение специализированной мобильной техники для технического обслуживания горно-

транспортного оборудования позволяет уменьшить трудоемкость операций. На самосвалах преобладает сервисная стратегия проведения ТО с обязательным диагностированием агрегатов и смазочных материалов в процессе эксплуатации. Отслеживается техническое состояние самосвалов, прогнозируется выход из строя агрегатов и производится их профилактическая замена. На экскаваторах вы-

полняется планово-предупредительная система технического обслуживания.

Таким образом, разработка и внедрение системы управления позволила повысить надежность ЭАК карьера, согласовать во времени и пространстве работу горно-транспортного оборудования, распределить грузопотоки в соответствии с заданными критериями, повысить производительность технологического транспорта на 8 %.

Коротко об авторах

Шеметов П.А. – кандидат технических наук, начальник рудника Мурунтау НГМК.

РУКОПИСИ,

**ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

1. Форсюк А.А., Ложников С.В., Добровольский А.Ю. Основные причины производственного травматизма при проведении горных выработок в угольных шахтах РФ (№ 380/01-05 — 25.10.04) 3 с.
2. Костин М.Е. Экономические последствия реформирования железнодорожного транспорта для потребителей угольного топлива (№ 381/01-05 — 26.10.04) 9 с.
3. Антонов О.П. Принципы комплексной оценки инвестиционных проектов развития потенциала зоны БАМ (№ 382/01-05 — 26.10.04) 6 с.