

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



**Обзор современных
технологий отслеживания
перемещения транспортных
средств при открытой
добыче и транспортировке
угля на склады**

Москва
январь, 2015 г.

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/39/468>

Общее количество страниц: 118 стр.

Стоимость отчета – 60 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИНФОМАЙН» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Содержание

Аннотация	6
Введение. Краткая история систем слежения за карьерной техникой	8
1. Основные технологии слежения за перемещением транспортных средств в открытом карьере	17
1.1. Спутниковая навигация на базе ГЛОНАСС	18
1.2. Сотовая мобильная связь	20
1.3. Гибридная технология	23
2. Возможности систем слежения за карьерной техникой	26
2.1. Отслеживания веса перевезенного угля	29
2.2. Состояние водителя	31
3. Потенциальные возможности совместимости телематических систем с автоматизации производства в угледобыче	32
4. Требуемое оборудование	33
4.1. Весоизмерительные датчики	35
4.2. Коммуникационные кабели	40
4.3. Трекеры	41
5. Стоимость оборудования, внедрения технологии, сопровождения работы	47
6. Основные производители и поставщики оборудования (РФ и зарубежные)	53
6.1. Основные отечественные поставщики	53
6.1.1. «Геостар Навигация» (Москва)	54
6.1.2. «Навис» (Москва)	56
6.1.3. «Ижевский Радиозавод» (Ижевск)	59
6.1.4. «М2М Телематика» (Москва)	61
6.1.4. «Навигационно-информационные системы» (Москва)	64
6.1.5. «РИРВ» (Санкт-Петербург)	66
6.1.6. НИИМА «Прогресс» (Москва)	69
6.1.7. «ВИСТ Групп» (Москва)	70
6.1.8. «Союзтехком» (Москва)	74
6.1.9. «МПП-Сервис» (Москва)	83
6.1.10. «Высоко-Интеллектуальные Бизнес Системы» (Москва)	87
6.1.11. «НИИФИ» (Пенза)	91
6.2. Зарубежные поставщики	93
6.2.1. Wenco (Канада, Япония)	93
6.2.2. Modular Mining Systems (США)	96
6.2.3. VEI Group (Италия)	98
6.2.3. Outset Srl. (Италия)	100
6.2.4. Prolec (Англия)	101
6.2.5. «Технотон» (Белоруссия)	102
6.2.6. «Гуртам»/«Виалон» (Белоруссия)	105
Заключение	108
Приложение. Контакты ведущих компаний	115

Список таблиц

Таблица 1: Показатели эксплуатации карьерных самосвалов Катерпилла и БелАЗ

Таблица 2: Характеристики датчика давления P8AP (номер в Госреестре СИ: 41944-09)

Таблица 3: Сопоставление взвешивания (масса нетто) на погрузчике с помощью бортовой системы и на стационарных автомобильных весах «Скат-100» 11 июля 2014г.

Таблица 4: Технические характеристики датчика уровня топлива LLS 20230

Таблица 5: Электрические искробезопасные параметры датчика LLS 20230

Таблица 6: Стоимость популярного оборудования в сентябре 2014 г.

Таблица 7: Варианты сметы на установку системы слежения ООО «ВИБС»

Таблица 8: Главные производители базовых модулей ГЛОНАСС и основные модели

Таблица 9: Параметры навигационных приёмников типа GeoC производства ООО «КБ «Геостар Навигация»

Таблица 10: Основные параметры приёмников типа МНП-М производства ОАО «Ижевский Радиозавод»

Таблица 11: Два варианта оборудования для сбора данных ЗАО «МПТ-Сервис»

Таблица 12: Основные элементы весоизмерительной системы Dumper Load

Таблица 13: Технические характеристики весоизмерительных датчиков Lanx HD

Таблица 14: Характеристики системы взвешивания Weightloader ADT

Таблица 15: Основные характеристики датчиков GNOM DDE компании «Технотон»

Таблица 16: Известные ГОКи, на которых внедрена система слежения за карьерной техникой

Список рисунков

Рисунок 1: Общая схема системы слежения за горными работами в 1990-е годы

Рисунок 2: Схема гибридной технологии слежения за местоположением объекта

Рисунок 3: Схема системы слежения за карьерным самосвалом с использованием спутниковой навигации

Рисунок 4: Географический разброс подразделений УК «Кузбасскразуголь»

Рисунок 5: Вид датчика давления P8AP для измерения веса угля в ковше фронтального погрузчика

Рисунок 6: Датчик топлива LLS 20230

Рисунок 7: Температурная стабильность показаний датчика уровня топлива LLS 20230

Рисунок 8: Схема подключения датчика LLS 20230 к ПК

Рисунок 9: Навигационный чипсет ЗАО «КБ НАВИС»

Рисунок 10: Внешний вид РИРВ Автотрек

Рисунок 11: Внешний вид бортового контролера СКЗ-02

Рисунок 12: Схема системы слежения за карьерными самосвалами ЗАО «Союзтехком»

Рисунок 13: Внешний вид работомера

Рисунок 14: Схема расположения датчиков на карьерном самосвале

Рисунок 15: Варианты технической поддержки ООО «ВИБС»

Рисунок 16: Внешний вид собственного навигационного сервера для спутникового слежения за транспортом ООО «ВИБС»

Рисунок 17: Система мониторинга массы в кузове карьерного самосвала Dumper Load

Рисунок 18: Внешний вид прибора LanxWL

Рисунок 19: Внешний вид весоизмерительного датчика GNOM DDE для самосвалов производства компании «Технотон»

Рисунок 20: Схема подключения датчика «Технотон»

Рисунок 21: Пример графика контроля за грузом самосвала

Аннотация

Настоящий отчет является первым изданием анализа современных технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

Мониторинг рынка ведется с 2001 года.

Цель исследования – обобщение мирового опыта телематического контроля перемещения транспортных средств (карьерных самосвалов, экскаваторов и погрузчиков) при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

Объектами исследования являются современные технологии перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные научно-технической информации, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов производителей и потребителей технологий мониторинга перемещения карьерных самосвалов.

Хронологические рамки исследования: 2000-2013 гг. и 1-3-ий кварталы 2014 г.

География исследования: Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка; остальной мир – общие сведения.

Отчет состоит из 7 глав, содержит **118** страниц, в том числе **21** рисунок, **16** таблиц и **1** приложение.

В **первой главе** рассмотрены основные современных технологии мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

Во **второй главе** описаны возможности современных технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

В **третьей главе** освещена совместимость технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады с другими программными продуктами.

В **главе 4** обобщены сведения об оборудовании современных технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

В **пятой главе** даны сведения о стоимостных параметрах технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

В **шестой главе** приведены основные отечественные и зарубежные поставщики оборудования и основных компонентов современных технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

Наконец, в **Заключении** даны ряд рекомендаций по внедрению современных технологий мониторинга перемещения транспортных средств при открытой добыче и транспортировке угля на склады.

В **приложении** приведена адресная книга упомянутых в отчете предприятий.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка самосвалов на шарнирно-сочленённой раме – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль справочного пособия для специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на данном рынке.

Введение. Краткая история систем слежения за карьерной техникой

Специалисты выделяют несколько этапов развития систем слежения за транспортной техникой в угольных разрезах. При этом системы управления горнотранспортным комплексом разделяют на три типа:

1. Системы с «ручным режимом». Это системы, предоставляющие всю необходимую информацию о технологических параметрах, производимых работах и, возможно, о техническом состоянии объектов, на основании которой решение принимает диспетчер или соответствующий персонал.

2. Системы с «режимом советчика». Не только снимают информацию с датчиков, но и обрабатывают ее для выдачи диспетчеру одного оптимального или нескольких вариантов решения на выбор.

3. Системы с «диалоговым режимом». Они имеют те же возможности, что и системы с «режимом советчика», но работают исходя из принципов заранее заданных критериев (условий), которые диспетчер может изменять в режиме реального времени в зависимости от обстановки.

Отечественные системы слежения (диспетчеризации) на открытых горных работах

Развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), особенно на технологическом транспорте, происходило на протяжении последних 50 лет. Известны такие системы, как «Карат», «Пуск», «Томусинский», «Кварцит» и «Гранит», которые работали в «режиме советчика».

Система «Карат» разработана Центральным научно-исследовательским институтом комплексной автоматизации (ЦНИИКА). Система осуществляла ряд функций по управлению и контролю технологических процессов в карьере:

- распределение потока технологического транспорта по пунктам погрузки для выполнения сменного плана горных работ и обеспечения требуемого содержания полезного продукта в рудах, поставляемых на обогатительную фабрику;

- выбор пункта погрузки и маршрута следования каждого автосамосвала с целью уменьшения суммарных простоев погрузочного и транспортного оборудования;

- учет работы экскаваторов и автосамосвалов;

- учет объемов горной массы по пунктам разгрузки и со всего карьера в целом.

Она позволяла опознавать номера автосамосвалов на контрольных пунктах, взвешивать их на стационарных автомобильных весах, информировать о перевозимом объеме горной массы водителей автосамосвалов и оператора, контролировать самосвал при сходе его с линии. При резких изменениях производственной ситуации (например, выход из строя экскаваторов,

перегрузочных пунктов, обогатительных фабрик, изменение содержания руды в забоях и т.д.) производилось перезакрепление самосвалов.

В системе «Искра» указанные процессы осуществляются автоматически с помощью электронно-вычислительной машины (ЭВМ), без вмешательства диспетчера.

Система «Карат» была внедрена на алмазном карьере «Мир».

Основная функция модернизированной системы «Карат-М» состояла в оперативном управлении изменением потока транспортных единиц. В результате диспетчер получал возможность непосредственно воздействовать не только на отдельные автосамосвалы, но через них на экскаваторы, а тем самым – на качественные и количественные параметры исходящего потока руды, на скорость добычных и вскрышных забоев. Таким образом, в отличие от системы «Карат», система «Карат-М» работала в «диалоговом режиме», причем информация о состоянии экскаваторов, а также положении на пунктах разгрузки передается машинистами и операторами непосредственно на пункт управления диспетчеру по радио или телефонной связи. Внедрение этой системы позволило снизить простои автотранспорта в ожидании погрузки в среднем на 15–20%, простои экскаватора в ожидании транспорта – на 20%, повысить однородность качества руды, поступающей на обогатительную фабрику, увеличить коэффициент использования грузоподъемности автотранспорта на 17%, повысить культуру производства.

В то же время «Карат-М» и аналогичные ей системы не позволяли осуществлять контроль за многими важными эксплуатационными характеристиками работы самосвалов, что приводило к завышенным затратам на горюче-смазочные материалы, автомобильные шины, ремонты и техническое обслуживание. В настоящее время из-за устаревшей идеологии и архаичной элементной базы системы подобного типа не используются.

Система «Кварцит», внедренная на Ингулецком ГОКе (Украина), функционировала в «ручном режиме». Наряду с функциями учета работы экскаваторов и самосвалов она позволяла производить ручное переадресование самосвалов на погрузку и разгрузку в соответствии с планом-графиком, рассчитанным в информационном вычислительном центре. В состав системы «Кварцит» входили автомобильные весы, датчик номера самосвала, устройство опознавания и диспетчерский пульт. На запоминающий регистр диспетчерского пульта информация о количестве горной массы поступала с автомобильных весов, о номере самосвала – с устройства опознавания, о номере погрузочного экскаватора и о месте разгрузки – с наборного поля диспетчерского пульта. Сформированная информация выводилась на перфоленгу и на световое табло автомобильных весов. При въезде самосвала в карьер на световом табло высвечивается адрес погрузки и разгрузки, набираемый вручную диспетчером на наборном поле пульта.

Более совершенными системами, прошедшими опытно-промышленную эксплуатацию, являлись разновидности системы «Комплекс-АТ» и «Гермес», относящиеся к классу информационно-управляющих систем. Система «Гермес» была внедрена на СевГОКе (Украина), а система управления погрузочно-транспортными работами «Комплекс-АТ» была внедрена на Соколовском

карьере. Анализ функциональных возможностей рассмотренных систем «Гермес» и «Комплекс-АТ» показывает, что учет технико-экономических эксплуатационных показателей осуществлялся в основном за счет сокращения времени простоев благодаря рациональному адресованию транспортных средств к погрузочному оборудованию и перегрузочным пунктам, где решалась задача усреднения качественного состава руды.

В Казахском Политехническом Институте была создана система диспетчеризации «Авто». Ее функциональная структура включает в себя подсистемы планирования работы экскаваторно-автомобильным комплексом карьера на смену, оперативного управления маршрутом следования самосвала, учета добытой и перевезенной горной массы за смену с нарастающим итогом, контроля выполнения плановых заданий экскаваторами и самосвалами, контроля и учета объемов и качества руды на внутрикарьерных перегрузочных складах, формирования отчетных данных и технико-экономических показателей с представлением их оперативно-управляющему персоналу. Планирование и управление в системе осуществлялось в режиме усреднения качества руды на внутрикарьерных перегрузочных складах с минимизацией транспортной работы. После опытной проверки работоспособности система «Авто» была внедрена на комбинате «Кустанайасбест» (Казахстан), что позволило увеличить сменную производительность парка автосамосвалов в карьере за счет сокращения простоя горно-транспортного оборудования. В то же время, контроль и учет именно эксплуатационных затрат на карьерные автосамосвалы напрямую не осуществлялся.

Одной из первых, прямо учитывающих эксплуатационные затраты на карьерные самосвалы, была система, введенная в 1984 г. на автопредприятии технологического транспорта ПО «Якутуголь», обслуживающего разрез «Нерюнгринский» (разработчик институт «Гипроуглеавтоматизация»). Созданная на базе вычислительных машин серии СМ она позволяла решать следующий комплекс задач: планирование грузоперевозок, учет и анализ показателей работы автомобилей, планирование технологического обслуживания, расчет заработной платы водителей. Однако анализ ее работы показал, что такие элементы контроля эксплуатационных затрат, как несанкционированные отклонения от заданного маршрута и слив топлива из топливного бака, а также контроль за состоянием важнейших агрегатов автосамосвала в режиме реального времени остались без внимания.

Универсальная автоматизированная система управления технологическими процессами на руднике открытых работ – АСУ ТП РОР – была разработана и внедрена Северокавказским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского и конструкторского института «Цветметавтоматика» (СКФ ВНИКИЦМА) на Тырныаузском комбинате в 1986 г. Ее техническое обеспечение включало в себя устройства считывания информации с автосамосвалов индуктивного типа, кабельные и радиотехнические каналы связи, управляющую вычислительную машину СМ-2М, выдающую советы по управлению и отчетные документы. Применительно к автотранспорту система выполняла следующие информационные задачи: оперативный учет объемов выработки каждого самосвала, учет объемов

автооткатки в тонно-километрах, анализ работы самосвалов, периодический контроль за нахождением самосвала на линии с выдачей оператору номеров самосвалов, сошедших с линии, а также учет средней загрузки самосвалов. Управляющие задачи системы состоят в оперативном распределении автосамосвалов между вскрышными и рудными экскаваторами в начале смены, коррекции сменных плановых заданий в случае незапланированных ситуаций и определении адресов погрузки и разгрузки автосамосвалов. Оператор мог перераспределять автосамосвалы между экскаваторами при возникновении сбоев технологического процесса и корректировать текущую информацию при сбоях в работе автосамосвалов.

Основные принципы работы и структуру систем диспетчеризации управления карьерными самосвалами в РФ в 1990-х годах можно проиллюстрировать на примере системы диспетчеризации «КАРЬЕР» разработки ООО «ВИСТ Групп» (кстати, в 2008 г. система получила премию Правительства РФ в области науки и техники).

Автоматизированная система управления горнотранспортным комплексом (АСУ ГТК) «КАРЬЕР» разработана с целью повышения качества оперативного управления работой большегрузных самосвалов. Это достигалось благодаря непрерывному обеспечению диспетчерского и управленческого персонала полной информацией о текущем положении и техническом состоянии находящихся в рабочей зоне самосвалов (для этого последние оснащены бортовыми комплектами контролирующего оборудования): количество сделанных рейсов, масса перевезенных грузов, расход топлива и другие характеристики работы транспортных средств.

Для определения в реальном времени положения (а значит, направления движения, скорости и вида работы) мобильного объекта в системе «КАРЬЕР» использовалось спутниковое определение координат с применением приемников глобальной системы позиционирования GPS.

Система «КАРЬЕР» обеспечивала:

- непрерывную работу диспетчерского и инженерно-технического персонала, осуществляющего автоматизированный мониторинг в режиме реального времени местоположения, выполнения операций и сменных заданий мобильными объектами, занятыми на производстве;
- централизацию и оперативность управления работой большегрузных автосамосвалов и других мобильных объектов, автоматизированную оптимизацию маршрутов в зависимости от заданий и изменяющейся обстановки;
- ведение статистической информации и обеспечение оперативной отчетности с предоставлением пользователям инструментария для генерации собственных отчетов;
- доступ пользователей только к тем данным, которые необходимы им для выполнения своих служебных обязанностей;
- возможность сохранения и при необходимости восстановления всех введенных в систему данных, в том числе и при аварийном отключении питания.

Внедрение системы позволяло повысить эффективность использования техники: резко сократились простои, как самосвалов, так и экскаваторов, снизились недогрузки и перегрузы, за счет оптимизации скоростного режима уменьшился износ двигателей, шин и других узлов.

Принципы построения системы АСУ ГТК «КАРЬЕР» позволяют расширять ее функциональность, добавляя новые модули, алгоритмы обработки, формы ввода и отчеты без перекомпиляции уже работающих модулей. Программное обеспечение системы позволяет создавать множество рабочих мест пользователей, назначая им определенные права по использованию данных (разграничение доступа). Архивирование информации производится автоматически или по команде администратора.

Программно-аппаратный комплекс диспетчеризации АСУ ГТК «КАРЬЕР» состоит из:

- диспетчерского центра (ДЦ), включающего радиооборудование, серверы и программное обеспечение;
- бортового оборудования, устанавливаемого на транспортные средства.

ДЦ системы состоит в свою очередь из радионавигационного (РНК) и информационно-вычислительного (ИВК) комплексов. Предусматриваются технические исполнения с размещением обоих комплексов в одном и в разных корпусах (стойках), позволяющие применять территориальное разнесение комплексов со связью по оптоволоконным каналам связи. В первом случае весь ДЦ устанавливается на борту карьера, в условиях наилучшей радиовидимости мобильных объектов, включенных в систему. Во втором, на борту карьера/разреза, например, в пункте горного диспетчера, устанавливается только радионавигационная часть ДЦ, а стойка информационно-вычислительного комплекса, содержащая рабочую базу данных и программное обеспечение системы, располагается в «серверной», т.е. в условиях, наиболее благоприятных для обслуживания специалистами подразделения АСУ. Но при этом необходимым условием является связь между серверами этих двух комплексов по высокоскоростному оптоволоконному каналу. Если сегменты корпоративной сети предприятия построены с использованием современных высокоскоростных технологий передачи данных и соответствующей сетевой аппаратуры, то двухсторонняя связь РНК и ИВК может быть осуществлена через корпоративную сеть предприятия.

Данные о местоположении и состоянии машины собираются и накапливаются в ее бортовом контроллере. На основе этой информации он определяет первичные события, происходящие с мобильным объектом (для самосвала это погрузка, разгрузка, заправка, остановка и т.д.). Информация о событиях вместе с оперативной информацией автоматически передается в ДЦ (непосредственно принимается радионавигационным комплексом и передается в информационно-вычислительный комплекс). Обмен данными между ДЦ и мобильными объектами осуществляется с помощью радиосвязи на УКВ частотах 400–470 МГц, но может быть организован на основе систем связи TETRA, MESH и др.

В ДЦ информация бортовых контроллеров обрабатывается, архивируется и визуализируется на экранах диспетчера и др. специалистов в виде условных

значков, наложенных на актуальный план горных работ предприятия. Данные бортовых контроллеров дополняются новой информацией (например, для рейса самосвала определяются экскаватор, пункт разгрузки, вид груза и другие характеристики), а также фиксируются вторичные события (например, длительный простой без уважительной причины). В результате обработки и анализа накопленных данных производится автоматическое составление отчетных документов о работе предприятия, его участков, отдельных машин, персонала.

Из ДЦ на транспортные средства передаются текстовые сообщения от диспетчера (появляются на индикаторной панели в кабине водителя) и служебные данные.

Типичный для системы «КАРЬЕР» состав бортового оборудования состоит из следующих компонентов:

1. Программируемый бортовой контроллер СКЗ (система контроля загрузки). Выполняется в нескольких исполнениях. В комплектацию контроллера СКЗ исполнения 02.01 включена панель визуализации V&R Panel Ware, позволяющая обмениваться с диспетчерской службой стандартными сообщениями (имеет дисплей в 2 строки по 20 символов);
2. GPS приемник и GPS антенна.
3. УКВ радиостанция с УКВ антенной (как и все компоненты оборудования, радиостанция должна находиться в закрытом отсеке).
4. Комплект датчиков (опционно: датчики веса, уровня топлива, инклинометр и т.д. в зависимости от типа объекта).

Бортовой контроллер периодически опрашивает датчики давления в подвесках самосвала, датчик уровня топлива и инклинометр, обрабатывает сигналы «подъем платформы», «ход вперед», «ход назад», «сборка схемы», сигнал с датчика вращения колеса и информацию с GPS приемника. Кроме этого, контроллер принимает и обрабатывает информацию, поступающую по радиоканалу с диспетчерского центра, и обрабатывает информацию, вводимую водителем на функциональной клавиатуре панели, установленной в кабине.

На панели визуализации водитель в любое время может увидеть и проконтролировать:

- вес груза;
 - количество рейсов с начала смены;
 - скорость движения;
 - пробег груженого и порожнего самосвала за последний рейс;
 - информацию об исправности системы;
 - текстовое сообщение, посланное диспетчером или автоматически;
- и т.д.

Вес груза определяется с точностью до 5% от максимальной загрузки самосвала.

В системе применяется наружная световая индикация степени загрузки автосамосвала, и машинист экскаватора может учитывать степень загрузки по сигнальным фонарям самосвала для избежания перегруза. Кроме того, имеется возможность контролировать угол наклона площадки при погрузке при помощи

одной из разновидностей датчиков – инклинометров, что увеличивает точность определения веса груза.

Точность определения уровня топлива в баке составляет 1–3% от объема бака в зависимости от типа датчика. Эта точность достаточна для минимизации несанкционированного слива топлива и определения расхода топлива за смену. Для определения удельного расхода топлива по определенному маршруту используются усредненные данные по нескольким рейсам.

Водитель (машинист) имеет возможность как принимать на панель визуализации сообщения диспетчера, так и передавать в диспетчерский центр сообщения: начало, окончание смены, тип простоя и т.п. Список стандартных сообщений не является жестко запрограммированным, он согласовывается на этапе технического проектирования и вводится в систему во время пусконаладочных работ.

Для экскаваторов предусматривается несколько вариантов бортового оснащения:

1. Базовый вариант, не предусматривающий высокоточного позиционирования. В этом случае координаты ковша экскаватора во время черпания определяются с точностью до 3 метров, а большинство определений обладает точностью около 1,5 метра. Высотная отметка не определяется. Данный вариант решения подходит для большинства заказчиков.
2. Вариант с высокоточным позиционированием ковша экскаватора с учетом дирекционного угла направления стрелы экскаватора. Вариант предусматривает контроль высотной отметки. Реализуется с помощью двухантенной технологии GPS.
3. Вариант с высокоточным позиционированием при помощи одной GPS антенны без определения дирекционного угла направления стрелы экскаватора. По всей видимости, это оптимальный вариант оснащения, если есть потребность высокоточных определений координат только самого экскаватора. При этом есть возможность определения фактического направления отработки забоя.

Зарубежные системы

Можно выделить порядка 10 наиболее интересных типов систем управления горно-транспортным комплексом из числа появившихся в мире за последние 20 лет.

Одной из развитых (для своего времени) являлась система RAN фирмы Pincot, Allen and Holt Inc. (США). Запоминающее устройство компьютерной системы RAN способно было хранить статистические сведения, касающиеся 30 погрузочных механизмов, 30 разгрузочных пунктов, 120 автосамосвалов различной грузоподъемности, 30 автоматических заправочных станций и 5 крупных рудных складов. Система RAN предоставляла непосредственную связь между компьютером и работающим горным оборудованием. В результате выдавались более-менее точные, полученные в реальном масштабе времени сведения о грузопотоках, маршрутах движения каждого самосвала и т.д. Все это способствовало лучшему использованию оборудования, благодаря чему на

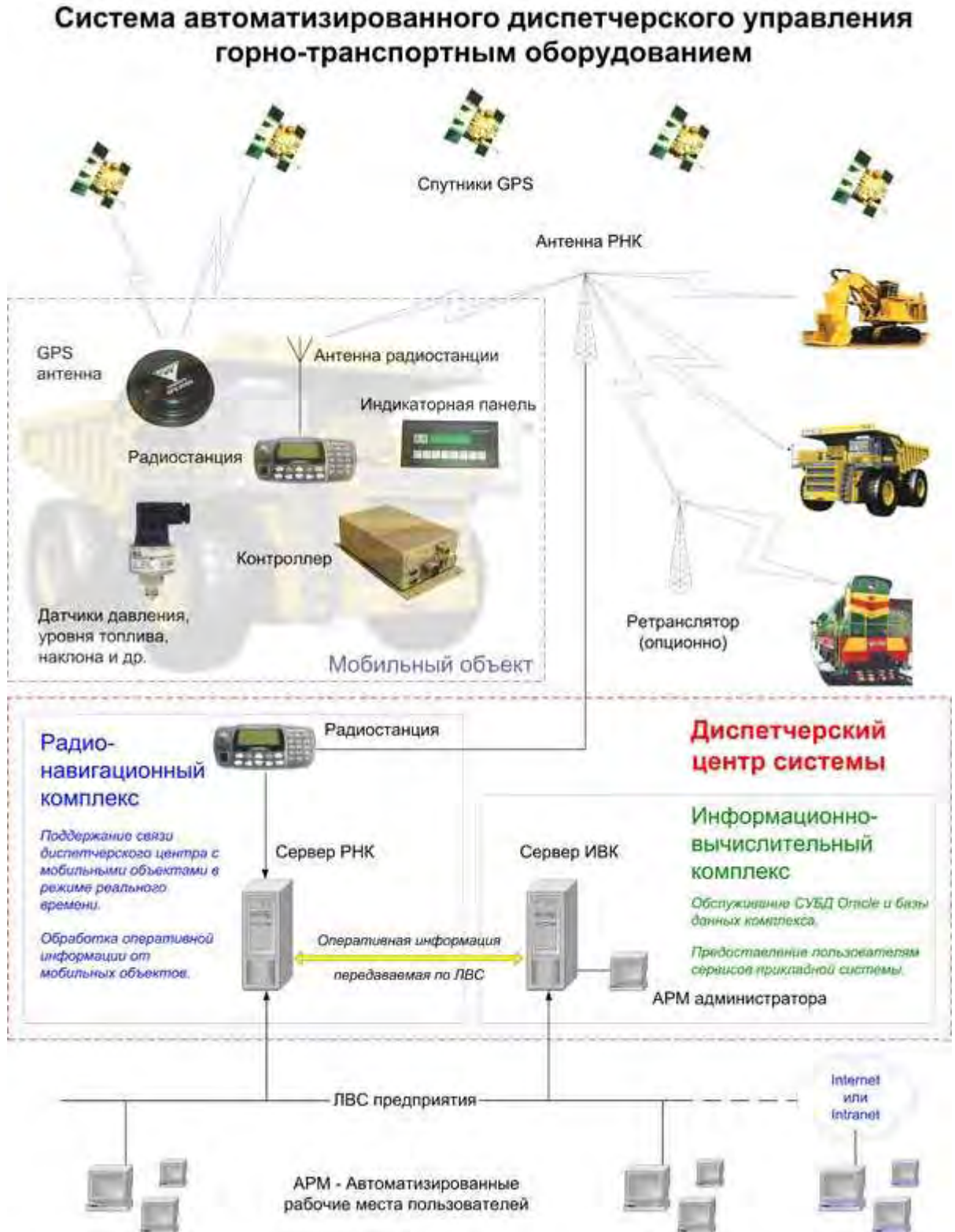
25% возросла производительность карьера и значительно снизились капитальные и эксплуатационные расходы.

Система Dispatch разработки компании Modular Mining Systems, внедренная в 1980 г. на карьере Tiron (США), затем многократно модернизировалась. Система использовала спутниковую навигацию. Данные отображались на дисплее в удобной графической форме. Имелись динамические средства оценки эффективности использования автосамосвалов. Благодаря применению системы Dispatch производительность погрузочно-транспортного комплекса повысилась в среднем на 11%. Система исключала неправильное назначение самосвалов за счет визуального контроля на дисплеях. К настоящему времени разработками компании Modular Mining Systems воспользовались более 100 карьеров и примерно 30 шахтах.

Начиная с 1983 года, выпускает свою АСУ ГТК компания Wenco International Mining Systems. Это самая известная в России компания такого рода, поскольку её системы внедрены на крупных предприятиях по добыче алмазов и золота, например АЛРОСА, «Полюс-Золото», Васильевский рудник (Казахстан), «Кумтор» (Киргизия). Современная модификация системы использует спутниковое определение координат мобильных объектов с помощью GPS приемников, осуществляет мониторинг состояния и диспетчеризацию мобильных объектов. Система автоматически и с высокой точностью фиксирует все составляющие погрузочно-транспортного цикла в реальном времени: «погрузка – движение в груженом состоянии – ожидание разгрузки – разгрузка – движение порожняком – ожидание погрузки». Записываются данные о производительности, для каждой погрузки ведется учет места погрузки, номера экскаватора, номера автосамосвала, табельных номеров операторов, количества погруженной массы, качества сырья, пункта разгрузки. Учитываются простои по различным причинам: заправка топливом, пересменка, перерыв на обед т.д. Вся информация, касающаяся работы мобильных объектов, отображается в режиме реального времени в диспетчерском центре и офисе рудника. Руководитель и диспетчер могут вести мониторинг всех событий, происходящих в карьере, в т.ч. они могут поручить системе оптимизировать процесс производства на основе эффективного распределения автосамосвалов или самостоятельно принимать решения на основе получаемой информации.

Система диспетчеризации горно-транспортного комплекса в идеологии 1990-х годов представлена на рисунке 1.

Рисунок 1: Общая схема системы слежения за горными работами в 1990-е годы



Источник: «Инфомайн» на основании данных научно-технической информации

Легко видеть, что некоторые элементы уже устарели, например монополия американской системы спутниковой навигации, использование которой в условиях санкций становится неосмотрительным.