

УДК 622.012.338.364.

Автоматизированный диспетчерский пункт шахты



В. Г. КУРНОСОВ,
доктор техн. наук
(ПАО «Автоматгормаш
им. В. А. Антипова»)



В. В. СИНЕНКО, канд. техн. наук
(ПАО «Автоматгормаш
им. В. А. Антипова»)



А. А. ВИНАРИК, инж.
(ПАО «Автоматгормаш
им. В. А. Антипова»)



В. И. СИЛАЕВ, доктор техн. наук
(ПАО «Автоматгормаш
им. В. А. Антипова»)



В. В. МИЛОСЕРДОВ, инж.
(ООО «Синергетика»)

Описан комплекс технических средств автоматизации диспетчерского пункта шахты и результаты его промышленных испытаний.

Оперативное управление шахтами, контроль технологических процессов, состояния объектов и внутришахтной среды осуществляется с диспетчерских пунктов – основы систем мониторинга, диспетчеризации и управления. На шахтах Украины контроль параметров безопасности, состояния оборудования и управления технологическими процессами выполняется с помощью широкого спектра автоматизированных систем и другой аппаратуры. Однако в настоящее время из-за морального и технического старения большинство диспетчерских практически неработоспособно. В то же время на шахтах внедряется все больше компьютерных систем автоматизации локальных процессов. Это, в частности, управление конвейерными линиями (САУКЛ), связь с аварийным оповещением, сейсмоакустический контроль, управление водоотливом, добычным и проходческим участками и т. д.

В 2007 – 2008 гг. специалисты ОАО «Автоматгормаш им. В. А. Антипова и института МакНИИ создали систему комплексной безопасности (СКБ), построенную по иерархической структуре с разделением задач на каждом уровне. В ней впервые реализованы сбор, обработка и хранение информации о параметрах безопасности, которые поступают от существующих на шахте и вновь создаваемых систем, а также передача комплексных параметров безопасности на

разные уровни управления с использованием современных информационно-телекоммуникационных технологий.

Логическое продолжение построения комплексной системы безопасности и существенное расширение ее функциональных возможностей – создание мощного диспетчерского комплекса. При этом решается задача не просто мониторинга технологических процессов, а полная диспетчеризация предприятия на основе современных технических средств. Необходимо разрабатывать и использовать уже созданные системы **управления и контроля отдельными технологическими процессами**, объединять информацию о работе таких систем в **технологическом сервере** диспетчерского пункта и далее интегрировать их в систему СКБ взаимным обменом информационными потоками с сервером безопасности.

Присоединение к технологическому серверу диспетчерского комплекса (рис. 1) систем управления и контроля отдельными технологическими процессами – необходимое, но недостаточное условие нормального функционирования шахты. Достаточным условием является дополнительная установка на каждой шахте сервера безопасности системы СКБ, подключение к нему всех средств противоаварийной защиты, которые уже были интегрированы в систему, организация взаимодействия между серверами, визуализация хода технологических процессов и параметров безопасности. Объединение в одном комплексе СКБ и диспетчер-



Рис. 1. Структурная схема диспетчерского комплекса.

ского управления позволит перейти к эффективному и безопасному управлению угольной шахтой в целом.

В 2007 – 2010 гг. специалисты ПАО «Автоматгор-маш им. В. А. Антипова» разработали комплекс технических средств автоматизации диспетчерского пункта шахты (ДПШ). Опытный образец успешно прошел приемочные испытания на шахте «ОП «Шахта Чайкино» ГП «Макеевуголь» и оставлен для эксплуатации (рис. 2).

Комплекс предназначен для автоматизации диспетчерского пункта. Осуществляется непрерывный контроль и накопление информации о параметрах технологических процессов, режимах работы оборудования в горных выработках и на поверхности шахты и др. Ход технологического процесса, информация о работе горношахтного оборудования и диагностическая информация отображаются на экране коллективного пользования, мониторах диспетчера, руководителей шахты и технических служб.

Новизна разработки состоит в непрерывном циклическом сборе, регистрации и хранении информации

в едином формате от разных источников, организации автоматизированного рабочего места (АРМ) оперативного, технического и административного персонала шахты и вывод необходимой информации на экран коллективного пользования и мониторы АРМ по запросу операторов, при этом информация для каждого пользователя может быть разной.

Комплекс обеспечивает:

- принятие текущей технологической информации и параметров безопасности;
- визуализацию информации в удобном для оператора виде, ее хранение и документирование;
- возможность оперативного вмешательства в ход технологических процессов при нештатных ситуациях с помощью телефонной связи и телекоммуникационной сети;
- подготовку информации для последующей передачи ее на верхние уровни управления;
- получение и отображение технологической информации о работе:

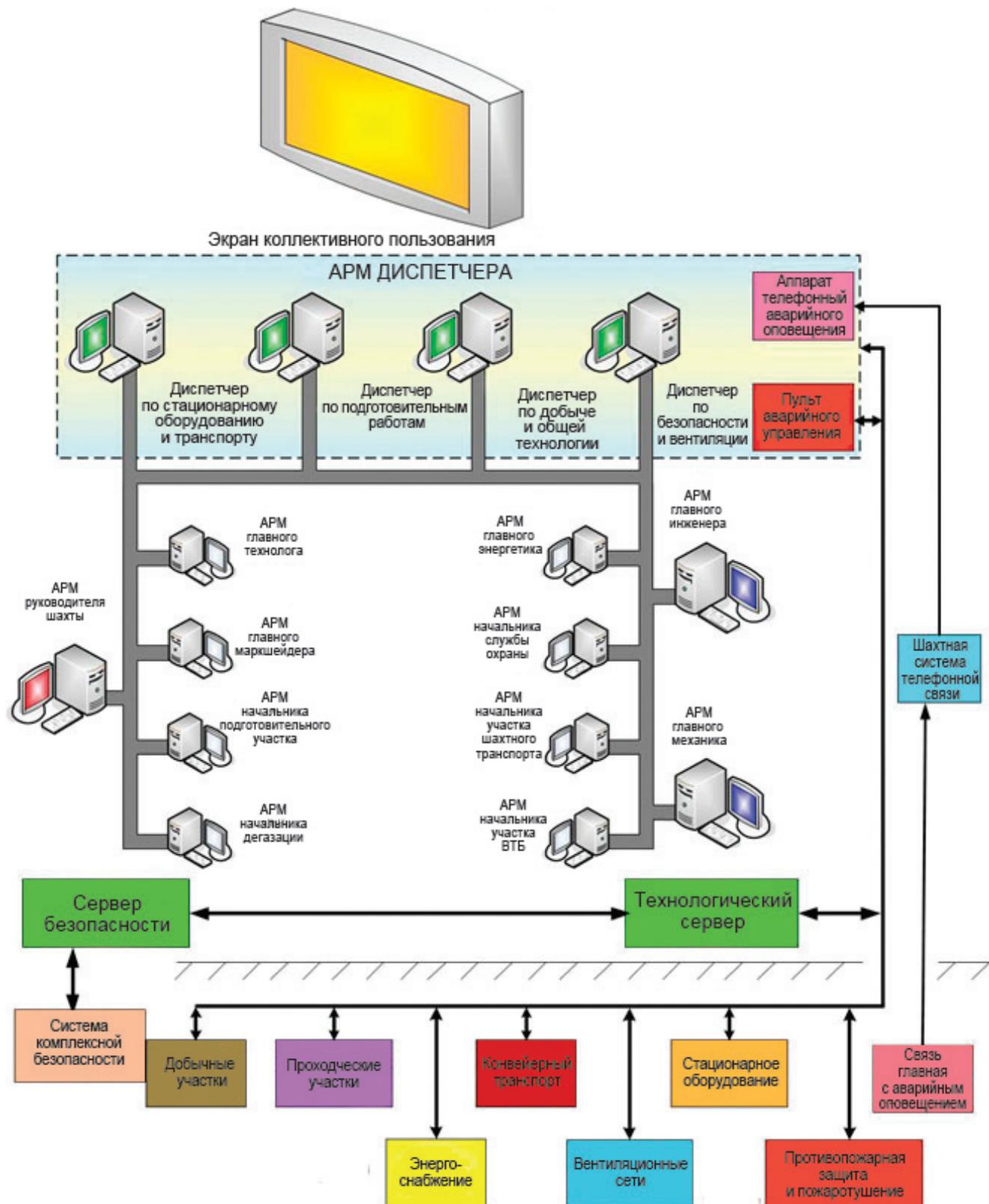


Рис. 2. Комплекс технических средств автоматизации диспетчерского пункта шахты.

добычного участка – положение комбайнов в лаве, нагрузка на электродвигатели выемочных машин; состояние защитных аппаратов и электрооборудования; контроль транспортной цепи; диагностические и технологические параметры крепления, давление в напорной и сливной магистралях, диагностические параметры насосных станций; параметры аэрогазовой обстановки и т. д.;

проходческого забоя – состояние и нагрузка на электрооборудование проходческого комбайна; контроль параметров аппаратов защиты; состояние электрической сети; контроль состояния вентиляторов местного проветривания и воздуха в выработках; аэрогазовый контроль в забое;

- получение и отображение информации о состоянии:

- дегазационных установок – расход, процент содержания и давление метана, нагрузка на электродвигатели вакуум-насосов, температура охлаждающей жидкости;

- калориферного оборудования – температура поступающего в ствол воздуха, состояние теплоносителей, диагностика аппаратов;

- стационарного оборудования: водоотливных установок – давление в трубопроводах, подача насосов, количество насосов, нагрузка на электродвигатели, состояние аппаратов защиты; вентиляторных установок главного проветривания – контроль подачи и депрессии, состояние и нагрузка на электродвигатели вентиляторов, основная диагностика информации аппаратов управления и контроля; подъемных установок – контроль основных диагностических параметров аппаратов управления и защиты, счет количества выданных скипов, состояние бункеров (уровень загрузки, уровень породы и угля в них, другая технологическая информация); аппаратов главной поверхностной подстанции (ГПП) – возможности включения резервных линий питания; аппаратов центральной подземной подстанции (ЦПП), высоковольтных ячеек; центральных конвейерных линий, аппаратов питания и защиты.

Предусмотрена возможность управления: высоковольтными ячейками ЦПП и ГПП (включено/выключено); вентиляторами местного проветривания (в том числе включение резерва) и главного (ВГП); насосами главного водоотлива (переключение на резервный); конвейерными линиями. Эти возможности реализуются при наличии аппаратов и систем контроля телемеханики и управления.

На экране коллективного пользования и мониторах диспетчера отображаются:

- в базовом режиме – информация общешахтного характера с возможностью ее детализации, план гор-

ных работ или его фрагмент наложен на условные изображения (мнемосхему) оборудования (транспорт, вентиляция, энергоснабжение и др.);

- по запросу диспетчера – аэрогазовая обстановка горных выработок с индикацией состояния атмосферы на контролируемых объектах; схема изображения конвейерного транспорта с конвейерами, бункерами, подъемными установками; информация о работе компрессоров, вентилятора главного проветривания, очистного забоя (в том числе о работе добычных комбайнов), проходческого забоя (в том числе о работе проходческих комбайнов); схема электроснабжения с индикацией состояния объектов (включено/выключено/авария) и т. д.

Экран коллективного пользования – главное навигационное окно диспетчера. На нем постоянно отображается информация о работе шахты в целом, на фоне плана горных работ или его фрагмента показаны все основные участки с работающими механизмами, а также мнемосхема транспортной цепочки. Работающие механизмы представлены в цвете, присвоенном каждой системе, не работающие или отключенные – в сером. При возникновении нештатной ситуации (авария или предаварийное состояние) отображаемый объект начинает светиться пульсирующим красным цветом. Диспетчер или оператор соответствующей службы может выяснить причину неисправности и принять решение по ее устранению.

Программное обеспечение (ПО) комплекса ДППШ построено на следующих основных принципах:

Графика. Использована технология когнитивных схем, которые можно настраивать для отображения текущего состояния как отдельных узлов и агрегатов, так и комплексных объектов: очистной забой (комбайн), проходческий забой (комбайн), состояние выработок и всей подземной либо надземной части шахты. Эти схемы дают возможность отображать один и тот же объект в разных проекциях, например водоотливная установка рассматривается в проекции электрических частей и схем с указанием параметров, в проекции таких технологических параметров, как уровни воды в емкостях, распределение составных частей по горизонтам, текущее состояние элементов водоотливной установки и т. п. Когнитивные схемы применяют как для мониторинга, так и для управления отдельными узлами, агрегатами либо шахтными комплексами в целом на основе взаимодействия с их активными визуальными элементами.

Система может неограниченно масштабироваться с коэффициентом роста производительности, близким к линейному, при наращивании количества узлов. Таким образом, система обрабатывает практически любые объемы данных при достаточном количестве работающих локальных серверов. За счет введения дуб-

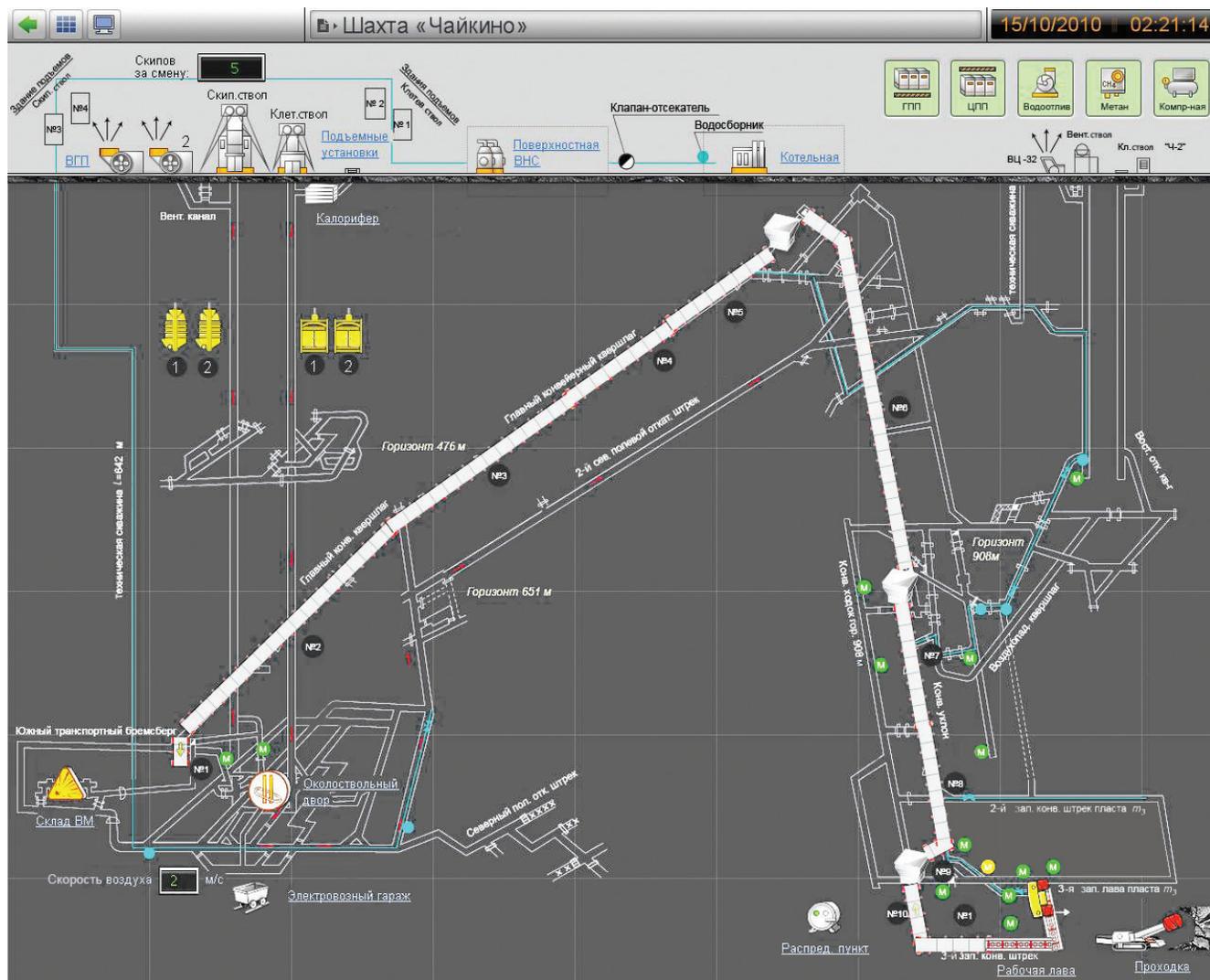


Рис. 3. Главное навигационное окно диспетчера шахты.

лирующих серверов достигается нужная степень отказоустойчивости системы, т. е. даже при выходе из строя основного сервера система в случае наличия дублирующих серверов в кластере продолжит работу в штатном режиме.

Сбор и обработка данных. Модуль интегральной обработки реализует функции параллельной обработки данных от нескольких источников, при этом используются сведения, накопленные в истории изменений различных объектов, и таким образом генерируются последовательности управляющих команд, направляемых шахтным автоматизированным и неавтоматизированным системам. С помощью этих модулей созданы алгоритмы поддержки безопасного производства, которые при отработке данных в реальном режиме времени информируют диспетчера шахты и других ответственных лиц-пользователей системы о случившихся

или потенциальных аварийных ситуациях. Промежуточные результаты работы таких алгоритмов сохраняются для последующего изучения компетентными органами без возможности их модификации (*функция «черного ящика»*).

Технические возможности диспетчерского пункта предусмотрено расширять или уменьшать в зависимости от изменения конфигурации и количества горных выработок, а также изменения состава и вида горношахтного оборудования.

Для проведения приемочных испытаний на ОП «Шахта «Чайкино»» ГП «Макеевуголь» к комплексу ДПШ были подключены сигналы от пускателя комбайна очистного участка 3-й западной лавы пласта m_3 (включено/выключено), четырех подъемных установок – подъемы № 1, 2, 3 и 4 (включено/выключено), количества выданных скипов, работы конвейерных лент

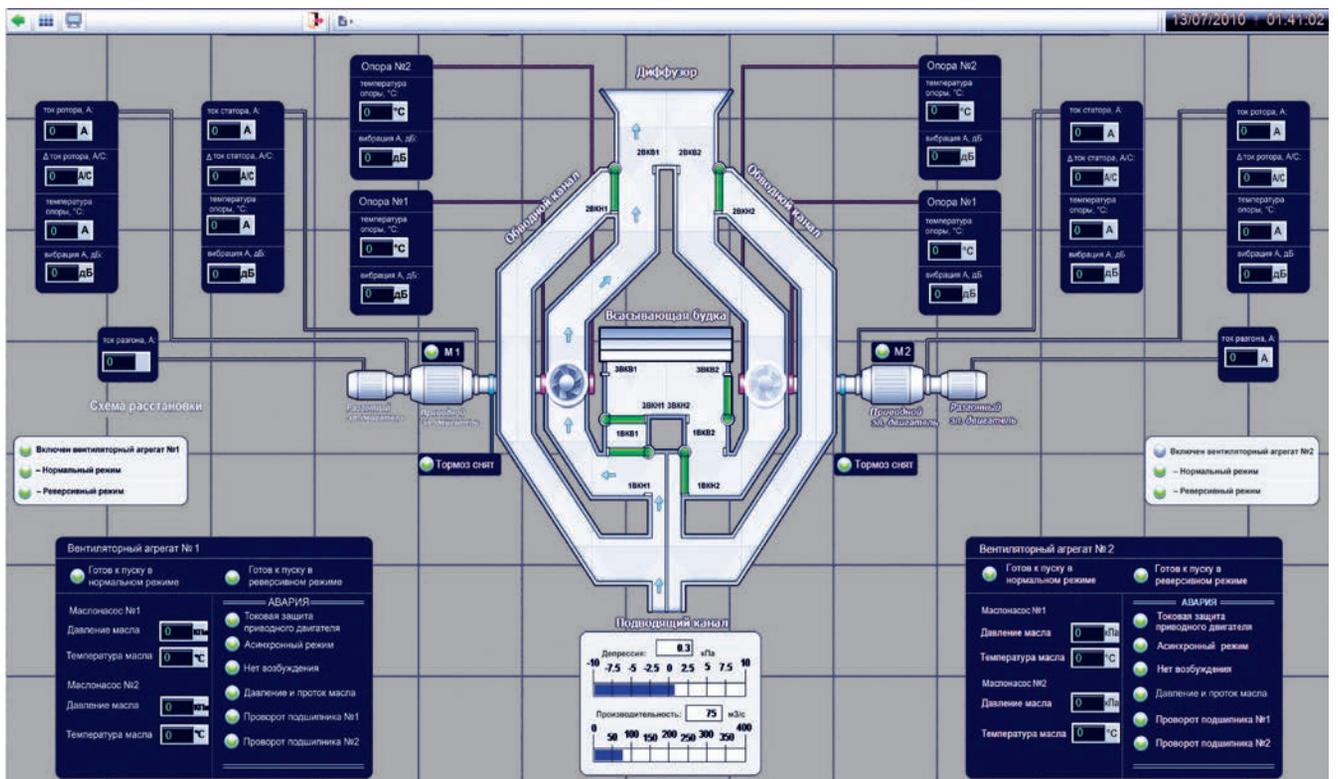


Рис. 4. Рабочее окно ВПП.

№ 1 – 3-й западный конвейерный штрек, ленты № 9 – конвейерный уклон (включено/выключено) и двери склада ВМ (открыто/закрыто).

Кроме этого, были подключены сигналы управления и защиты вентиляторов № 1 и 2 главного проветривания: вентилятор включен; вентилятор отключен; вентилятор отключен «авария»; сигнализация «защита» предупредительная; подшипник «перегрев»; подшипник «норма»; аварийный сигнал; яляда диффузора «верх»; яляда диффузора «низ»; яляда канала «верх»; яляда канала «низ»; яляда атмосферная «верх»; яляда атмосферная «низ». Для обоих вентиляторов сигналы аналогичны.

На рис. 3 показано главное навигационное окно диспетчера шахты «Чайкино» ГП «Макеевуголь». На рис. 4 – рабочая «картинка» мониторинга и управления ВПП.

Функциональные обязанности диспетчера не ограничиваются мониторингом технологических процессов и управлением работой горношахтного оборудования. Основную часть времени занимает ручное заполнение журналов и форм отчетности. В комплексе ДПШ предусмотрены функции автоматического заполнения таких документов и формирование рапорта диспетчера о работе шахты. При этом документируются: действия диспетчера; регистрация простоев и их причин

по технологическим процессам; количество пройденных метров в проходческих забоях; машинное время горношахтного оборудования за смену, сутки, неделю, месяц, в том числе комбайнов добычных и проходческих; транспортной цепочки; стационарных установок; поверхностного комплекса.

На экране АРМ диспетчера, по его вызову, отображается окно формирования рапорта (рис. 5). Данные поступают в реальном времени, в течение суток заполняются диспетчером шахты и сохраняются автоматически. В правом верхнем углу программы отображены часы, показывающие время и текущую смену: I смена – с 9-00 до 14-59; II смена – с 14-00 до 20-59; III смена – с 21-00 до 2-59; IV смена – с 3-00 до 8-59.

В зависимости от текущего времени окна, которые нужно заполнить, подсвечиваются красным цветом. Информация о **положении комбайна** и о его **состоянии** (работает/не работает) поступает в течение суток автоматически при наличии соответствующей автоматизированной системы или заполняется вручную диспетчером. Это касается всех граф окна формирования рапорта. На основании сохранившихся данных диспетчер получает заполненный рапорт за любую смену (сутки).

Комплекс ДПШ рассчитан на подключение локальных систем мониторинга и управления, которые в про-

Рис. 5. Окно формирования рапорта о работе шахты.

цессе развития шахты будут внедряться. Базовое программное обеспечение выполнено под конкретные условия ОП «Шахта «Чайкино» и в настоящее время подготовлено к мониторингу и управлению следующими локальными системами: мониторинга и управления очистными и проходческими участками шахты; мониторинга и управления главным водоотливом шахты; контроля параметров подъемных установок; мониторинга и управления ВГП; управления и контроля параметров вакуум-насосной станции; мониторинга конвейерного транспорта.

Опытные образцы перечисленных систем будут поставлены на шахту в 2012 г. для проведения испытаний и после их окончания подключены к технологическому серверу комплекса ДПШ. В настоящее время графический материал для внедрения новых систем входит в базовое программное обеспечение комплекса ДПШ. Диспетчер из своего АРМа может вывести на экран коллективного пользования и свой монитор графическое изображение всех перечисленных систем, а также дополнительно схемы – вентиляции шахты, ЦПП и ГПП, электроснабжения участков и главного водоотлива и т. д.

Выводы. Комплекс ДПШ – ядро автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления угледобывающим предприятием, которая обеспечива-

ет принятие эффективных оперативных решений при значительном повышении безопасности ведения работ в шахте и повышении производительности труда за счет более совершенной организации работ. Комплекс принят к серийному производству.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Сабынин А. В. Концептуальный подход к созданию системы управления современной шахтой / А. В. Сабынин, В. Г. Курносков, А. Р. Вовченко // Уголь Украины. – 2006. – № 5. – С. 7 – 11.
2. Курносков В. Г. Научные основы автоматизации в угольной промышленности: опыт и перспективы развития: моногр. / В. Г. Курносков, В. И. Силаев. – Донецк: Вебер (Донецк. отд.), 2009. – 422 с.
3. Котлярский А. И. Система мониторинга работы добычного участка / А. И. Котлярский, В. И. Ревякин, Е. А. Жмакин, В. А. Гайдабуря // Уголь. – 2009. – № 5. – С. 20 – 23.
4. Пат. 43808 України, МПК E21C 35/24. Комплекс технічних засобів автоматизації диспетчерського пункту шахти / В. Г. Курносков, А. А. Вінарік, В. В. Сіненко, І. О. Яценко, О. М. Брюханов, В. В. Мілосердов, Ю. О. Іванов; заявник і патентовласник ВАТ «Автоматгірмаш». – № 43808; заявл. 29.05.09; опубл. 25.08.09, Бюл. № 16.