

АСУТП И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТАХ: ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ИНТЕГРАЦИИ (на примере АСУТП 12-й секции РОФ-2 ЮГОКа)

Назаренко В.М., Гвоздик В.С., Назаренко М.В., Савицкий А.И., Купин А.И.

Статья посвящена вопросам создания, взаимодействия и интеграции АСУ технологическими процессами обогащения и информационных систем высокого уровня в условиях горнообогатительного производства. Показана экономическая эффективность создания подобных АСУТП.

Практика показывает, что основные проблемы при создании АСУТП на обогатительных фабриках, как правило, всегда были связаны с решением задач управления отдельными агрегатами секций обогащения, созданием информационных систем контроля хода технологического процесса и учета количества перерабатываемого сырья по секциям рудообогатительных фабрик [1]. К наиболее известным подходам здесь можно отнести системы стабилизации: расхода воды в мельницы и воды в агрегаты, уровня пульпы в технологических зумпфах, плотность пульпы перед магнитной сепарацией, а также системы управления первой стадией измельчения, прогнозирование содержания железа в концентрате.

Для решения задач подобного типа на ряде ГОКов Кривбасса (Полтавском, Южном, Ново-Криворожском и др.) в 70-80-х годах были созданы централизованные АСУТП обогатительными фабриками на базе управляющих комплексов серии СМ-1, СМ-2. Промышленные испытания показали, что указанные мероприятия дали определенный экономэффект (повышение качества концентрата до 0,022%, акт от 06.01.86г. по РОФ-2 ЮГОКа).

Кроме этого, на Южном горнообогатительном комбинате была предпринята попытка создания собственной глобальной информационной системы предприятия. В результате чего на комбинате появилась автоматизированная система оперативного диспетчерского управления (АСОДУ). Основная цель создания этой системы состояла в обеспечении оперативной координации работы взаимосвязанных подразделений комбината для достижения установленных технико-экономических показателей. Также ставилась задача регулирования заданного объема производства, путем обеспечения руководства и диспетчерской службы предприятия оперативной информацией по количественным и качественным показателям работы основных цехов комбината. Задачи комплексной интеграции и взаимодействия систем АСУ ТП и систем АСОДУ при этом не ставилось. Однако в силу ряда объективных причин комплекс АСОДУ так и не был внедрен в запланированном объеме.

На сегодняшний день почти техника, которая была задействована как в АСУТП так и в АСОДУ - является физически и морально устаревшей.

Значительная часть оборудования находится в нерабочем состоянии и не подлежит восстановлению ввиду того, что указанная аппаратура уже не выпускается.

В связи с необходимостью в плановой реконструкции 12-й секции рудообогатительной фабрики №2 Южного горнообогатительного комбината возникла задача комплексного решения проблем модернизации АСУТП указанной секции, создания глобальной информационной системы (сети) ГОКа и тесной интеграции этих двух систем между собой.

Поэтому по инициативе Южного ГОКа Криворожским территориальным отделением Международной Академии компьютерных наук и систем совместно с кафедрой Информатики, Автоматики и систем управления Криворожского технического университета были параллельно разработаны и представлены на рассмотрение два проекта:

- 1) проект модернизации АСУТП на реконструируемой 12-й секции РОФ-2 ЮГОКа.
- 2) проект создания корпоративной информационной сети (ИС) комбината.

Кроме этого, учитывая необходимость комплексного системного подхода к решению перечисленных задач, были разработаны принципы взаимодействия и интеграции проектируемых АСУТП и корпоративной ИС.

Предлагаемая АСУТП для 12-й секции РОФ-2, – это система, реализуемая на базе высокоэффективной вычислительной и управляющей техники (промышленных компьютеров и программируемых логических контроллеров нового поколения), выпускаемой ведущими мировыми производителями среди которых Siemens, Schneider Electric, Festo, Modicon, Portwell, ICP DAS и ряд других фирм. Данная система обеспечивает управление технологическими объектами фабрики на основе централизованно обработанной информации по заданным технологическим и технико-экономическим критериям, определяющим количественные и качественные результаты производства концентрата и подготавливающим информацию для решения организационно-экономических задач.

Данная система может осуществлять информационно-вычислительные функции:

- сбор, первичная обработка, косвенное измерение и хранение технической и технологической информации;
- сигнализация состояний и визуализация параметров технологического процесса и оборудования;
- расчеты технико-экономических показателей;
- подготовка информации для смежных и верхних уровней управления;
- регистрация и прогнозирование (перспективная система) хода технологического процесса и состояния оборудования;
- анализ срабатывания блокировок и защит;
- самодиагностика;

- выдача рекомендаций по ведению технологического процесса и управлению технологическим оборудованием.

Кроме того, система выполняет управляющие функции:

- регулирование отдельных параметров технологического процесса;
- одношаговое логическое управление (выполнение блокировок, защит);
- оптимальное (в перспективе адаптивное) управление установившимися и неуставившимися режимами работы оборудования;
- выполнение программных и логических операций дискретного управления технологическим процессом и оборудованием.

Полный перечень и содержание функций системы показаны в табл.2.

Табл.2

| Наименование функций | Содержание функций |
|---|---|
| Подсистема нижнего уровня | |
| 1.1. Регулирование скорости ленточного питателя для управления подачей руды на измельчение. | Контроль и регулирование питания мельницы 1 стадии. |
| 1.2. Оптимизация работы первой стадии измельчения с классифицирующими аппаратами. | Регулирование и контроль (“руда-вода”) подачи воды на секцию для соблюдения режимной технологической карты. |
| 1.3. Стабилизация режимов работы дешламатора путем управления разгрузкой песков первого и второго приемов. | Регулирование работы дешламаторов производительностью по пескам . |
| 1.4. Контроль вакуума при обезвоживании концентрата. | Регулирование влажности концентрата. |
| 1.5. Учет количества перерабатываемой продукции. | Для расчета ТЭП секции. |
| 1.6. Контроль и вычисление общих и удельных энергопоказателей, в том числе и техническая вода. | Контроль общего расхода электроэнергии, контроль технологической воды по секции. |
| 1.7. Обеспечение оптимального давления на питающем патрубке гидроциклона. | Контроль давления на входе гидроциклона и управление производительностью насоса. |
| 1.8. Контроль температуры подшипников барабана мельницы на загрузке и разгрузке. | |
| 1.9. Контроль подачи масла для смазки подшипников мельниц. | |
| 1.10. Автоматическая система подачи жидкой смазки и контроль температуры вал-шестерни и венцовой шестерни барабана. | |
| 1.11. Стабилизация работы дешламатора путем регулирования плотности песков. | |
| 1.12. Контроль подачи воды на мешалки. | |
| 1.13. Автоматическая регулировка частоты вращения дискового вакуум-фильтра. | |
| 1.14. Автоматическая блокировка от остановки сборного концентратного конвейера. | |
| 1.15. Автоматическая блокировка при остановке концентратного насоса. | |
| 1.16. Контроль уровня ванны вакуум-фильтра. | |
| 1.17. Учет воды, подаваемой на секцию. | |
| 1.18. Контроль расхода воды в точке подачи по операциям. | |
| 1.19. Контроль потерь в общих хвостах железа магнитного | |
| Подсистема верхнего уровня | |
| 2.1. Перевод всех функций существующей автоматизированной системы оперативного диспетчерского учета (АСОДУ) на современное программное обеспечение. | Программные средства. |

| | |
|--|--------------------------|
| 2.2. Ввод и хранение информации за период 5-10 лет. | Сохранение информации. |
| 2.3. Разработка автоматизированных рабочих мест специалистов ГОКа, фабрик. | Программное обеспечение. |
| 2.4. Перевод результатов опробований ОТК, РИЛ в электронную форму. | Программное обеспечение. |
| 2.5. Перевод информации о поступлении и расходе материально-технических ценностей на ДФ, РОФ-1, РОФ-2 в электронный вид. | Программное обеспечение. |
| 2.6. Ввод в компьютерную сеть информации о работе каждой из стадий измельчения. | Программное обеспечение. |
| 2.7. Экспертные системы для специалистов обогатительных фабрик по оптимизации режимов работы секций. | Программное обеспечение. |
| 2.8. Статистический анализ технологических показателей работы секции в зависимости от ее режимных параметров работы и характеристик перерабатываемой руды. | Программное обеспечение. |
| 2.9. Формирование текущей себестоимости процесса обогащения. | Программное обеспечение. |
| 2.10. Оптимизация величины затрат на обогащение с учетом количества и качества производимого концентрата. | Программное обеспечение. |
| 2.11. Формирование электронного варианта учета замен и ремонтов оборудования. | Программное обеспечение. |
| 2.12. Анализ причин поломок оборудования. | Программное обеспечение. |
| 2.13. Формирование ППР оборудования. | Программное обеспечение. |
| 2.14. Управление энергозатратами реактивной мощности. | Программное обеспечение. |

Как видно из таб.2 в разработанной АСУТП можно выделить две подсистемы:

- 1) подсистема нижнего уровня управления ТП;
- 2) подсистема верхнего уровня управления ТП.

Подсистема нижнего уровня (рис.1) осуществляет сбор информации с датчиков (веса, давления, плотности, вибрации и т.д.), передачу сигналов в контроллер и их обработку с выдачей управляющих воздействий.

Подсистема верхнего уровня (рис.2) включает в себя компьютерную сеть РОФ-2, связанной с АРМами специалистов фабрики и комбината. На данном уровне осуществляется длительное хранение, обработка и распределение получаемой информации.

Нижний уровень – управляющий, а верхний – информационный.

Объектами для контроля и управления, а также местом расположения датчиков, являются следующее технологическое оборудование:

- а) мельницы шарового измельчения;
- б) спиральный классификатор;
- в) гидроциклоны;
- г) дешламаторы;
- д) по вакуум-фильтры.

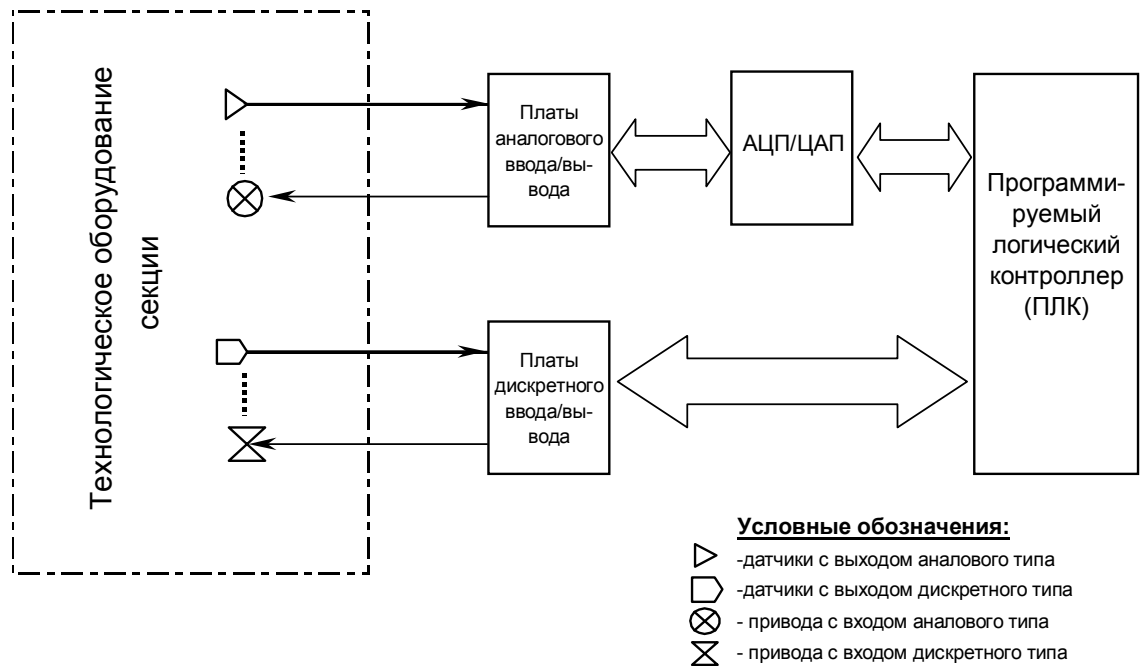


Рис.1

Структурная схема реализации подсистемы нижнего уровня АСУТП

Информационный обмен между компонентами системы осуществляется следующим образом. Сигналы от первичных устройств сбора информации (датчики, преобразователи и т.д.) поступают на платы дискретного либо аналогового ввода/вывода через терминальные блоки ввода/вывода с гальванической развязкой. Программируемый логический контроллер (ПЛК) выполняет первоначальную обработку (оцифровку, фильтрацию и т.д.) полученной информации и далее осуществляет передачу данных на верхний уровень управления через модемную или радиосвязи. Верхний уровень обработки представляет собой: сервер удаленного доступа (ПК), файловый сервер (ФС) и локальную компьютерную сеть (ЛКС), включающую пять автоматизированных рабочих мест (АРМов).

Здесь планируется создание следующих АРМов:

- 1) диспетчера РОФ-1;
- 2) диспетчера РОФ-2;
- 3) администратора локальной сети;
- 4) разработчика алгоритмов регулирования, поддерживающего стандарты SCADA (Supervising Control and Data Acquisition);
- 5) оператора службы КИПиА РОФ.

Обратная связь в системе осуществляется по противоположной цепочке. По приходу управляющего сигнала с верхнего уровня, либо при необходимости локального управления (автоматический режим), контроллером генерируется

управляющий сигнал и передается на исполнительное устройство (привод) через соответствующую плату ввода/вывода и терминальное устройство.

Таким образом, функции локального управления на первом уровне реализуются через программируемый контроллер. Кроме этого, программируемый контроллер предназначен для первичной обработки, фильтрации сигналов и заменит частотные (4-8 кГц) и другие преобразователи. При этом ставится цель создания вторичных цепей автоматики с одноступенчатым преобразователем сигналов. Для этого все датчики выбираются с цифровым выходом (интерфейсом) или со стандартным (0-5 мА).

Все исполнительные устройства также выбираются с управляющей цепью, которая легко стыкуется с модулями программируемого контроллера.

Для реализации наладочного режима и поддержания “живучести” системы во всех ответственных узлах управления предусматривается ручное дистанционное управление.

Для осуществления супервизорного управления и визуализации процессов в помещении машиниста мельницы устанавливается видеотерминальное устройство, заменяющее самопишущие и указательные приборы, традиционно устанавливаемые на щите машиниста (такой подход был апробирован на Полтавском ГОКе).

Первоначальные инвестиционные затраты на приборы и видеотерминальные устройства практически эквивалентны. Эксплуатационные затраты видеотерминального устройства намного ниже, а надежность выше.

Информация из промышленного компьютера машиниста мельницы (АРМ мельника) посредством модемной (или радио) связи может передаваться на сервер через центральный промышленный компьютер (ПрК) в помещении АСУ ОФ. На файловом сервере данные заносятся (регистрируются, накапливаются) в соответствующих базах данных и затем поступает на видеотерминал диспетчера фабрики.

Щит диспетчера остается пока в прежнем виде и обслуживается АРМом диспетчера. Параллельно с информацией со щита диспетчер может получить расширенную информацию о протекании технологического процесса по 12-й секции и другим информационным потокам по фабрике.

Информация от АРМ диспетчера поступает как в локальные вычислительные сети (ЛВС АСУ, ЛВС РОФ и др.), так и глобальную информационную систему комбината через файловый сервер. Сигналы с других секций обогащения для ЛВС РОФ подготавливает программируемый контроллер-концентратор (ПЛК), устанавливаемый в ПрК. Таким способом обеспечивается интеграция с существующими системами АСУТП и АСОДУ, которые все еще функционируют на других подразделениях ЮГОКа (РОФ-1, дробильная фабрика).

Нами также было произведено технико-экономическое обоснование внедрения данной АСУТП на РОФ-2 ЮГОКа. Расчет производился, исходя из следующих предпосылок, что автоматизированная система контроля и

управления обогатительным процессом и оборудованием обеспечивает стабилизацию оптимальных технологических параметров работы оборудования и его коэффициента использования, снижение энергетических затрат на единицу выпускаемой продукции.

Расчет ожидаемого экономического эффекта производился по статьям затрат:

- увеличение коэффициента использования оборудования на 0.06;
- повышение выхода концентрата за счет снижения потерь магнитного железа с хвостами на 5%;
- повышение качества производимого концентрата на 0.03%.

Ожидаемый экономэффект от внедрения АСУТП производился для одной секции годовой производительностью по концентрату 471648 т.

При повышении коэффициента использования оборудования на 0.06 дополнительное производство концентрата составит:

$$Q_1 = 0.06 \times 471648 = 28300 \text{ т.}$$

При повышении выхода концентрата на 5% дополнительное производство концентрата составит:

$$Q_2 = 0.05 \times 471648 = 23582.4 \text{ т.}$$

Суммарный выпуск концентрата без дополнительных производственных затрат составит:

$$Q_d = Q_1 + Q_2 = 28300 + 23582.4 = 51882.4 \text{ т.}$$

Экономэффект от выпуска дополнительного количества концентрата составит:

$$\Xi_1 = Q_d \times C = 51882.4 \times 22 = 1141412.8 \text{ \$,}$$

где C – цена 1 т концентрата без НДС, \$.

При повышении качества концентрата на 1% приплаты на 1т составляют 1.488\$. Внедрение АСУТП позволит повысить качество концентрата не менее чем на 0.03%. Суммарный годовой выпуск концентрата по секции составит:

$$Q_{\text{сум}} = Q + Q_d = 471648 + 51882.4 = 523530.4 \text{ т}$$

Тогда экономэффект составит:

$$\Xi_2 = Q_{\text{сум}} \times 0.03 \times 1.488 = 523530.4 \times 0.03 \times 1.488 = 23370.4 \text{ \$}$$

Тогда предполагаемый годовой экономэффект по секции составит:

$$\Xi = \Xi_1 + \Xi_2 = 1141412.8 + 23370.4 = 1164783.1 \text{ \$}$$

Таким образом, создание и внедрение АСУТП - достаточно эффективно в условиях горнообогатительного производства. Однако, для оптимального управления горным производством на макроуровне, этого еще недостаточно. Для этого ГОКу нужна современная информационная система, которая в режиме реального времени предоставит возможности управления не только технологией, но и финансовыми потоками внутри комбината т.е.- позволит прогнозировать технологические параметров перерабатываемого сырья.

Поэтому, главной задачей создания корпоративной распределенной информационной сети на Южном ГОКе является - максимальная интенсификация

информационного обмена между звеном управления комбината и его головными технологическими подразделениями. Кроме этого, информационная сеть (ИС) комбината должна обеспечить разрешение следующих проблем:

- свободная интеграция с АСУТП различного уровня сложности, а также с системой АСОДУ;
- создание систем автоматизированного учета и контроля технологических, энергетических и экономических показателей обогатительного производства;
- возможность взаимодействия с глобальными сетями (например, InterNET, и др.).

Исходя из этого, нами предлагается следующая схема построения корпоративной информационной сети ЮГОКа (рис.3). В целом сеть построена на основании концепции распределенной обработки информации. Ввиду целого ряда причин [2], именно такая концепция наиболее приемлема для условий горнообогатительных комбинатов.

Предложенная ЮГОКу структура построения распределенной корпоративной информационной сети (РКИС) включает восемь независимых сегментов локальных вычислительных сетей (ЛВС), рассредоточенных по всей территории комбината, и представляющие собой, по сути дела, самостоятельные IP – сети. Все приведенные локальные сегменты (“Управление ГОКом”, “ИВЦ”, “АСУ”, “Рудник”, “ДФ”, “РОФ”, “АФ”, “УЖДТ”) объединены в единую РКИС комбината через узел коммутации (маршрутизации) ИВЦ посредством радиорелейной и модемной (в качестве резерва) связи. Отдельные локальные сегменты РКИС ЮГОКа строятся аналогично приведенным в [2].

Как можно проследить по схемам (рис.2, 3), интеграция и взаимодействие РКИС с комплексами АСУТП и АСОДУ достаточно просто осуществляется через сегмент "ЛВС АСУ".

В качестве технических средств, реализующих объединение удаленных сегментов ЛВС, используются радиомосты (типа ARLAN, AIRBrige т.п.) со скоростью 2-4 МВ/сек. Система предполагает также резервные линии связи по выделенному телефонному каналу с помощью модемов, на случай неисправности основных радиорелейных каналов.

В целом за маршрутизацию сообщений проходящих через РКИС отвечает сервер-маршрутизатор, расположенный в здании ИВЦ. Топология сети, при наличии основного (радиорелейного) канала связи соответствует топологии “звезда”, чем обеспечивается высокая скорость прохождения информации и свободная расширяемость информационной сети ГОКа в ближайшем будущем. Кроме этого, предусматривается возможность установки шлюза, который позволит легко интегрировать РКИС ЮГОКа в глобальные IP-сети (типа InterNET, IntraNET, ExtraNET).

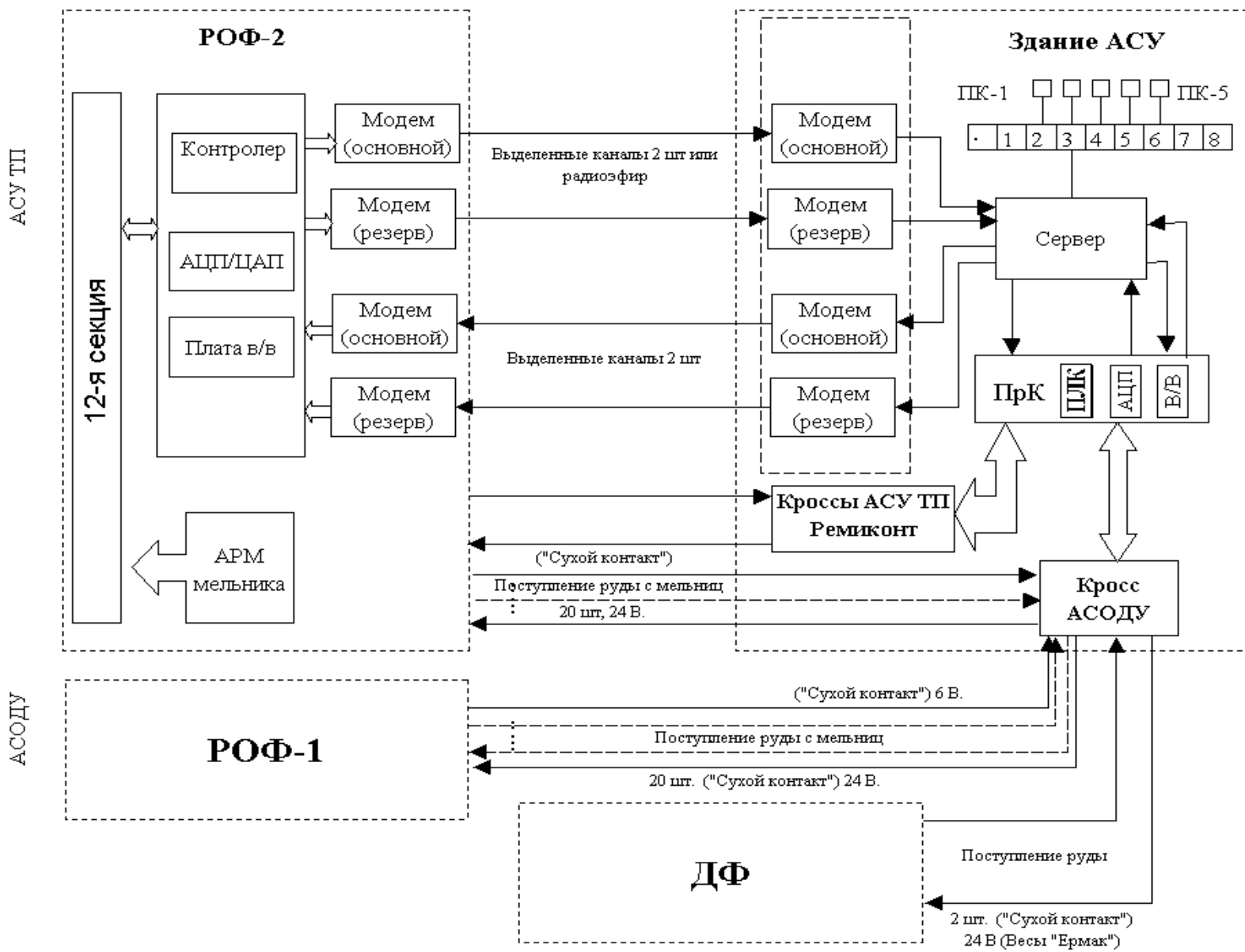
Таким образом, проблемы, связанные с созданием и интеграцией АСУТП и корпоративных информационных систем в условиях ГОКов, имеют высокую актуальность. Создание и комплексное внедрение подобных систем в

горнообогатительное производство даст значительный экономический эффект, позволит повысить скорость и качество принятия управленческих решений. Перечисленные факторы должны способствовать решению других актуальных проблем применительно к условиям горной отрасли промышленности.

Литературные источники:

1. Шмалий С.В. Система предварительной обработки сигналов, слежения и информационного сопровождения грузопотоков, для использования в АСУ цехами горного производства // Академический вестник 1998.- №1.- с.55-58.

2. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Купин А.И. Особенности структурного синтеза распределенных информационных сетей горнообогатительных предприятий // Академический вестник 1998.- №2.- с.10-16.



Дей.2 Структурная схема реализации подсистемы верхнего уровня АСУТП

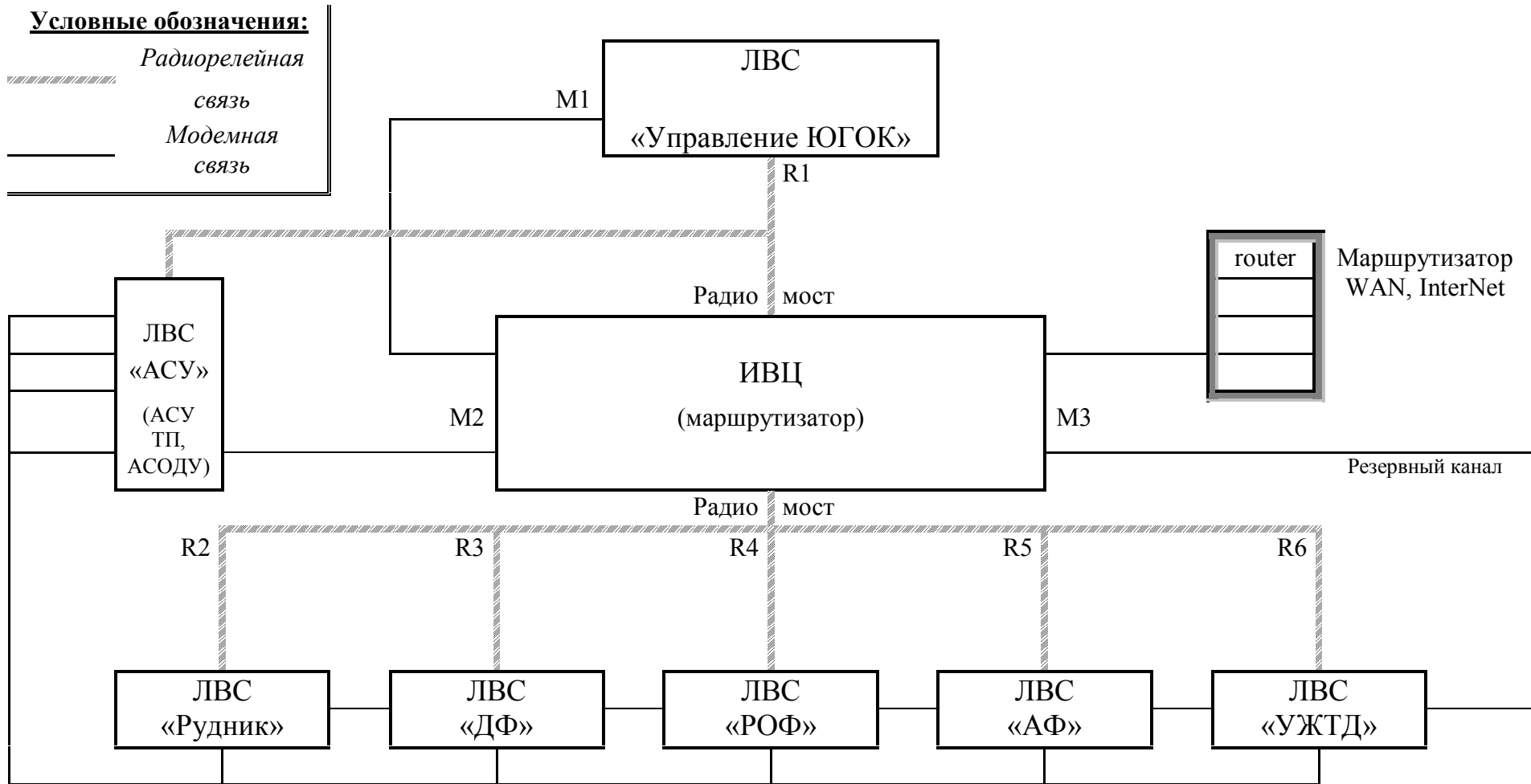


Рис.3
Структурная схема РКИС «ЮГОКа»