

**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«TST-16»**

**Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование
продуктивных инноваций»**

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

о проделанной работе и полученных результатах
по подпроекту: "Автоматизированная система оперативного мониторинга
качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия"
в первом полугодии 2017 г.

Алматы, 2017 г.

1. Общие сведения.

Настоящий отчет является плановым и составлен в соответствии с регламентом отчетности утвержденным международным советом по коммерциализации инновационных разработок для заемщиков всемирного банка и определенным фидуциарным руководством и другими нормативно-распорядительными документами этой организации.

Отчет включает информацию о всех основных работах и организационно-технических мероприятиях выполненных для реализации концепции коммерциализации инновации: «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» определенной заявкой № APP-SSG-16/0330P– ГСНС / ГМНС и финансируемой в соответствии с соглашением о гранте № 46 от 30 ноября 2016 года.

Краткое резюме всех работ и мероприятий приведено в таблице далее по тексту настоящего раздела.

В последующих разделах отчета приведены основные результаты инженерных разработок, выполненных в первом полугодии 2017 года. С подробным описанием всего объема выполненных работ и полученных результатов, которые упоминаются в данном отчете можно ознакомиться на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16».

Таблица 1. Резюме инженерных разработок, организационных и технических мероприятий, выполненных в ТОО «TST-16» по состоянию на 26.06.2017 г.

№	период	наименование мероприятий/работ	результаты	исполнение
1	авг-16	Разработка и Согласование предварительной Заявки на грант ГСНС (1-й этап) с МСНК	Разработана Заявка Отправлена на портал www.fpip.kz . Рассмотрена и одобрена МСНК	Выполнено. См. Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
2	окт-16	Подготовка полной ¹ заявки согласно требований	Отправлена на рассмотрение МСНК (на портал www.fpip.kz .)	Выполнено. См. Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)

¹ Полная заявка – заявка, составленная после положительного решения по предварительной заявке. Составляется по форме и содержанию регламентированных «Руководством участникам конкурса на получение грантов ГСНС и ГМНС Проекта «Стимулирование продуктивных инноваций»

№	период	наименование мероприятий/работ	результаты	исполнение
3	ноя-16 март-17	Проведение мероприятий по созданию предприятия в форме товарищества с ограниченной ответственностью, в т.ч: - Создание системы документов, регламентирующих должностные обязанности персонала и обязанности и права предприятия по отношению к персоналу в соответствии с нормативными требованиями, действующими в РК. - Создание системы документов регламентирующих выполнение работ в соответствии с требованиями международной системы качества (ISO-2000) и ее казахстанской локализацией: - СМК (система менеджмента качества). «Руководство по качеству». - Инструкция по качеству при выполнении проектных работ. - Инструкция по качеству при выполнении пусконаладочных работ (СМР)	Создано ТОО «ТСТ-16» Созданы должностные инструкции и положения для каждого работника, правила внутреннего распорядка, коллективный договор, трудовые договоры. Документация разработана и подписана в установленном порядке	Выполнено См. Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
4	апр-май-17	Реализация мероприятий в связи «Дополнительным соглашением №1» к «Соглашению о гранте №46 от 30.11.2016 г»	- Завершение комплектации кадрами кадрами в соответствии с утвержденным штатным расписанием. - Заключены трудовые договоры с новыми работниками, включенными в штатное расписание. С 01.05.17 - Разработаны и утверждены должностные инструкции по охране труда, пожарной безопасности и электробезопасности. - Разработаны и утверждены документы «Руководства СМК по качеству» «Инструкции по контролю качества» - Заключен Договор на бухгалтерское обслуживание предприятия. С 01.05.17	Выполнено. Смотри Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)

№	период	наименование мероприятий/работ	результаты	исполнение
5	март-17- апр-17	Проведение мероприятий вопросов, связанных с арендой помещений	Подписан Договор аренды с ТОО «АВА-Стройсистема» - фирма, предоставившая ТОО «ТСТ-16» разрешение на юридический адрес при регистрации в органах юстиции.	Выполнено См. Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
6	апр-май-17	Работы и мероприятия по организации конкурса на закуп консультационных услуг по подпроекту «Автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» (АС ОМКВР), в т.ч.	1. Разработка Технического задания на консалтинг в соответствии с требованиями 2. Публикация ТЗ на портале www.fpip.kz. вместе с письмом-запросом о выражении заинтересованности. 3. Проведение конкурса на оказание консалтинговых услуг для ТОО «ТСТ-16» г по проектированию «Автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» (АС ОМКВР) 4. Публикация результатов конкурса на портале www.fpip.kz.	Выполнено См. Приложение 4 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
7	май-17	Разработан проект «Дополнительного соглашения №2» к Соглашению о гранте.	Проект отправлен на согласование в ГУП	К моменту составления отчета за первое полугодие Согласование не получено
8	май-17	Разработана новая версия документа «Стратегия коммерциализации». Документ составлен по требованию ГУП.	Документ по заданной форме на русском и английском языках	К моменту составления отчета за первое полугодие Согласование от МСНК не получено. См. Приложение 3 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
9		Разработка документа «Уточнение методические и научно-технические решения по созданию АС ОМКВР»	Разработан документ методические и научно-технические решения по созданию АС ОМКВР	Выполнено согласно плана работ Соглашения о гранте См. Приложение 1 (подробный

№	период	наименование мероприятий/работ	результаты	исполнение
				материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
10		Разработка документа рабочего проекта на АС ОМКВР «Общесистемные решения»	Разработан документ рабочего проекта на АС ОМКВР «Общесистемные решения»	Выполнено согласно плана работ Соглашения о гранте См. Приложение 5 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
11		Разработка документа рабочего проекта на АС ОМКВР «Техническое обеспечение» (ТО)	Разработаны разделы документа ТО рабочего проекта на АС ОМКВР	Документ в стадии разработки по плану реализации подпроекта. Разработка выполняется на основе рабочей документации на ТО АС ОМКВР представленной консультантом по подпроекту.
12		Разработка документа рабочего проекта на АС ОМКВР «Математическое обеспечение» (МО)	Разработаны разделы документа МО рабочего проекта на АС ОМКВР	Документ в стадии разработки по плану реализации подпроекта.
13		Разработка документа «информационное обеспечение» (ИО) на АС ОМКВР	Разработан документ ИО рабочего проекта на АС ОМКВР	Выполнено согласно плана работ Соглашения о гранте
14		Разработка прикладного программного обеспечения (ПО)	Разработаны разделы документа ПО рабочего проекта на АС ОМКВР	Документ в стадии разработки по плану реализации подпроекта. Разработка выполняется на основе рабочей документации на ТО АС ОМКВР представленной консультантом

№	период	наименование мероприятий/работ	результаты	исполнение
				по подпроекту.
15		Корректировка общесистемных решений в части структуры и функциональности автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ	Откорректированный документ «Общесистемные решения»	Выполнено согласно плана работ Соглашения о гранте.
16		Обоснование выбора специализированного измерительного оборудования для измерения качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики	Аналитический отчет по выбору контрольно-измерительного оборудования для АС ОМКВР	Выполнено согласно плана работ Соглашения о гранте. См. Приложение 2 (подробный материал на сайте aosyst.kz в разделе «tst-16»)
17	июнь-17	Формирование документов «Технический отчет» «Оценочный отчет мониторинга подпроекта по программе грантов ГСНС и ГМНС за полугодие от «26» июня 2017 года	Документы на русском и английском языках, в т.ч. разделы: 1. Выполненные научно-исследовательские работы за отчетный период; 2. Отчет о расхождениях затрат 3. Финансовый отчет средств софинансирования (с 30.11.16г. по 01.06.17г.);	Выполнено согласно представления отчетности в МСНК

1.2. В соответствии с планом реализации подпроекта АС ОМКВР наряду с организационными и техническими мероприятиями, отмеченными в таблице 1 настоящего документа, в первом полугодии 2017 года выполнялись два основных этапа инженерных работ, информация о которых составляет предмет содержания последующих разделов настоящего технического отчета, а именно:

1) Уточнение методических и научно-технических решений по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ.

2) Разработка рабочего проекта по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия, включающего следующие компоненты:

- Разработка общесистемных решений.
- Разработка технического обеспечения.
- Разработка математического обеспечения.
- Разработка информационного обеспечения.

- Разработка прикладного программного обеспечения.
- Корректировка общесистемных решений в части структуры и функциональности автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ.
- Обоснование выбора специализированного измерительного оборудования для измерения качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики.

1.3. В заключение настоящего раздела уместно отметить:

- Работы по уточнению методических и научно-технических решений по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ завершаются в первом полугодии 2017 года.
- Разработка проектных решений по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия продолжится в соответствии с планом реализации подпроекта и работы этого этапа будут завершены в четвертом квартале 2017 года.

2. Уточнение методических и научно-технических решений по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ.

В соответствии с принятой стратегией коммерциализации, уточнение методических и научно-технических решений по созданию АС ОМКВР является базовой основой для создаваемых в рамках выполняемого подпроекта продуктов коммерциализации. Такими продуктами являются: проектная документация на автоматизированную систему оперативного мониторинга характеристик входных рудопотоков на горно-перерабатывающих предприятиях; защищенная интеллектуальная собственность, определяющая технологию оперативного мониторинга характеристик рудопотоков поступающих на обогащение.

2.1. В процессе описания объекта мониторинга ниже будут применяться следующие термины с соответствующими **определениями**:

Рудопоток – перемещение руды в процессе переработки с использованием любых видов транспорта и конвейеров.

Передел – технологический процесс, на котором происходит изменение качества или свойств перерабатываемого материала или продукта. В техническом отчете рассматриваются переделы: добыча, крупное дробление, измельчение.

Склад – внутрикарьерный перегрузочный узел представляет собой экскаваторный приямок, с одной стороны которого укладывается железнодорожный путь, а с другой стороны отсыпается призма (тело) склада.

Крупное дробление – первая стадия переработки руды, которая предназначена для переработки кускового материала размером до 1200 мм.

Мониторинг – систематическое пространственно-временное наблюдение, анализ и оценка состояния контролируемых объектов и процессов, а также прогноз их изменений под влиянием различных факторов.

Рудная куча – горная масса, образовавшаяся в результате проведенных взрывных работ в карьере. Из нее формируют призму склада.

Качество руды – здесь под качеством понимается содержание того полезного компонента руды, который извлекают из нее в процессе обогащения.

Вертушка – товарный поезд для перевозки руды с постоянным маршрутом между двумя пунктами.

Думпкар – грузовой вагон для перевозки и автоматизированной выгрузки руды.

В современных условиях переработки руд, при многопоточной схеме их поступления на обогатительный передел горно-обогатительного предприятия, объект мониторинга имеет вид, представленный на рисунке 2.1.

Исходное сырьё в виде руды валовой добычи крупностью кусков не более 1200 мм из различных рудников и карьеров железнодорожными составами транспортируется в зону разгрузки руды горно-обогатительного предприятия. Железнодорожный состав, называемый «вертушкой», как правило, состоит из локомотива и, в среднем, 10 думпкаров, грузоподъемностью от 75 до 105 тонн, в зависимости от типа. Каждый пришедший состав сопровождается паспортными данными, включающими место погрузки состава и его вес.

Въезд железнодорожного состава, например, на участок разгрузки горно-обогатительного предприятия АО "ССГПО" предусмотрен по двум путям (бункерные пути №3 и №7) с разрешающего знака светофора. Светофоры установлены отдельно для каждого железнодорожного пути.

Для каждого пути установлены семафоры маневрирования составом для управления разгрузкой. Семафорами управляет оператор корпуса крупного дробления (ККД) с помощью пульта управления. Включая соответствующий свет семафора, оператор тем самым даёт команду машинисту на движение «вперед», «назад» или «остановку» в пределах бункерного пути. При этом, оператор визуально оценивает положение думпкара относительно первого или второго бункера и дает с пульта управления сигнал разрешения на разгрузку (команда на свал). Этот сигнал отражается на семафоре разгрузки: разгрузка разрешена – зеленый свет

семафора, разгрузка запрещена – красный свет семафора. По решению оператора разгрузка может производиться в «шахматном порядке», поочередно с двух путей.

Разгрузка думпкаров осуществляется автоматически из кабины машиниста локомотива или помощником машиниста (по месту).

В момент опрокида думпкара срабатывает датчик опрокида, установленный над бункером, тем самым сигнализируя о выполнении команды на свал от оператора. Убедившись, что разгрузка думпкара завершена, оператор отменяет команду на свал, загорается красный свет семафора разгрузки.

Объективная оперативная информация о ситуационной обстановке и параметрах рудопотоков ККД, в полном объеме, по всей технологической цепочке (от доставки руды из различных рудников и складов в железнодорожных вагонах в рудоподготовительный передел и до выхода продукта из дробильного отделения на конвейерах в обогатительный передел), предоставляется всем заинтересованным службам горно-обогатительного предприятия.



Рисунок 2.1- Объект мониторинга

2.2 Несмотря на имеющиеся примеры разработок систем мониторинга рудопотоков для отдельных производственных участков, широкая практика создания вышеупомянутых систем необходимой надежности, высокой оперативности и аналитической компетентности отсутствует. Особенно это

проявляется при многопоточной схеме поступления руд различных рудников на переработку. В этих условиях получение оценок качественно-количественных характеристик рудопотоков по прямым измерениям на входе рудоподготовительного комплекса в оперативном режиме практически невозможно. Это связано, прежде всего, с трудностями проведения надежных и достоверных измерений в режиме реального времени показателей качества и объемно-весовых характеристик крупнокускового потока рудной массы (размер куска до 1200 мм) поступающей на обогатительную фабрику. Использование для этого лабораторных данных ОТК и маркшейдерских замеров, производимых в карьере так же малопригодно из-за больших интервалов между измерениями и различиями оценок качества руды горного и обогатительного переделов.

Выбор точек контроля характеристик рудопотоков и хронометража процесса поступления и приема рудных масс для предложенного способа оценки характеристик входных рудопотоков иллюстрируется технологической схемой приведенной на рисунке 2.2.

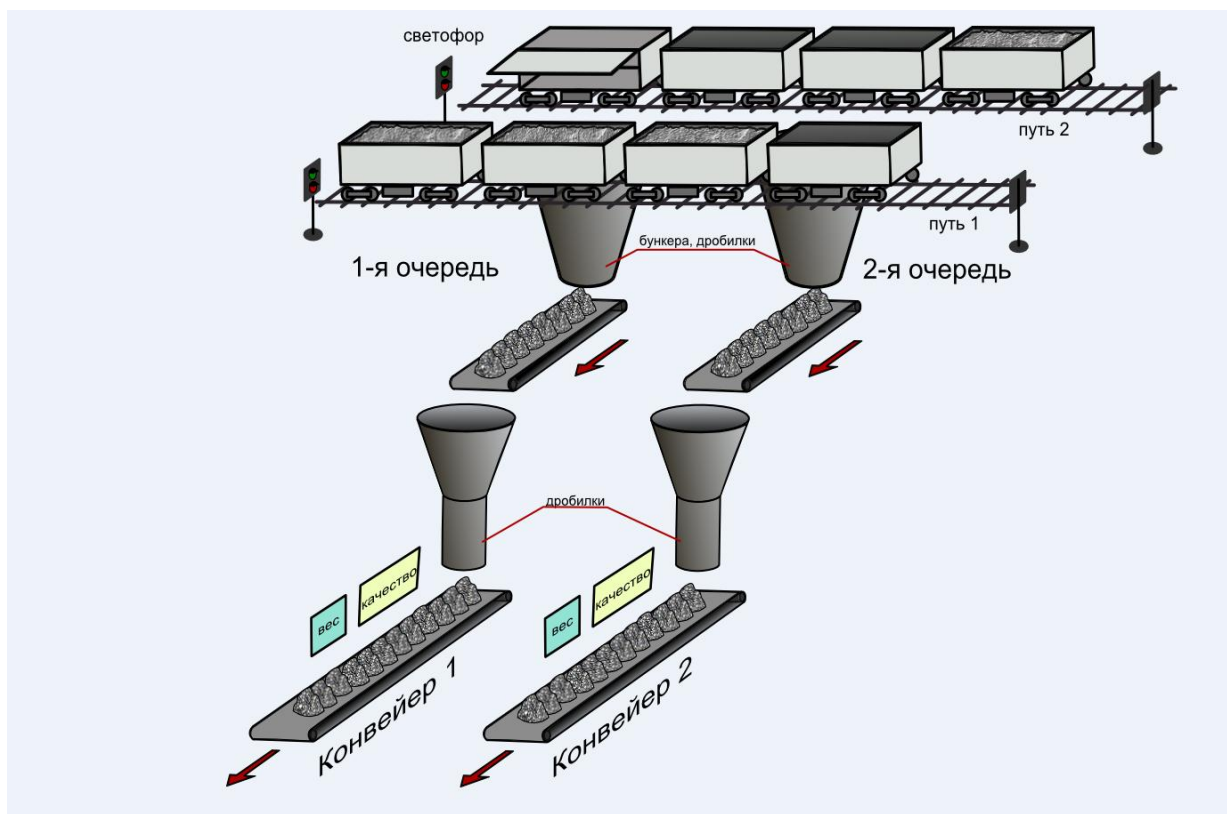


Рисунок 2.2 - Пример технологической схемы приема руды на рудоподготовительный комплекс

Измерение объемно-весовых и качественных характеристик рудопотоков осуществляется датчиками установленными на выходных конвейерах корпуса крупного дробления на которых интегрируется руда отдельных подвижных единиц рудовозов. На выходе рудопоток уже обладает характеристиками, позволяющими произвести его взвешивание и

измерение качественных показателей. На каждом конвейере для выполнения этих измерений устанавливаются тензометрические весы и датчики магнитной восприимчивости.

2.3. В этих условиях предлагаемая методика базируется на оценке характеристик входных рудопотоков рудоподготовительного комплекса по данным прямых измерений соответствующих характеристик интегрального выходного потока, в состав которого входят руды различных типов (месторождений) и темпоральной информации о процессе прибытия и маневрирования транспортных единиц в зоне разгрузки в приемные бункеры корпуса крупного дробления.

Предложенный способ анализа и алгоритм оценки конвейерных потоков на основе хронологии маневрирования составов с рудой в зоне разгрузки позволяет свести решение задачи мониторинга входных рудопотоков к проецированию разгружаемых в бункер вагонов на отрезки выходного потока.

В результате чего выходной поток конвейеров разбивается на временные отрезки, каждый из которых сопоставлен одному из разгруженных вагонов. Это позволяет определить из какой вертушки, и с какого склада (или рудника) поступила руда, что необходимо для расчета содержания полезного компонента в ней, а также для формирования отчетной документации.

Для решения задачи мониторинга в создаваемой системе решается комплекс сопутствующих задач таких как:

- идентификация входа/выхода вертушки на разгрузку,
- идентификация свала вагона,
- моделирование прохождения руды по переделу и расчет ожидаемых границ вагонов в выходном потоке,
- анализ сигнала с датчика веса на выходном потоке и уточнение границ вагонов в нем.

2.4. Темпоральное описание рудоподготовки на входе ОФ.

2.4.1 В предложенной методологии повышение оперативности оценки качественно-количественных характеристик входных рудопотоков, поступающих на обогатительный передел, предлагается использовать парадигму темпоральной модели переработки рудного сырья на переделе крупного дробления, которая основывается на хронологии процесса разгрузки подвижных единиц, а также хронологии и величине замеров качественно-количественных показателей результирующего рудопотока после крупного дробления.

Основу такой логики составляют правила рассуждений с учетом фактора времени. Темпоральные логики являются мощным средством описания событий и обладают большими выразительными возможностями по представлению реальных временных конструкций. В качестве *временных примитивов* в них используются *моменты* (в точечных логиках) или *интервалы* (в интервальных логиках) времени. Если в качестве основы

используются моменты времени, то интервалы времени можно представлять в виде упорядоченной пары моментов, соответствующих началу и концу временного интервала. Если же за основу берутся интервалы времени, то момент можно рассматривать как интервал нулевой длины. Основные элементы таких логик рассмотрены в [4, 5, 6, 7].

2.4.2. Применительно к оценке объемов и качества рудопотоков карьеров, учет темпоральных особенностей процесса поступления и переработки рудной массы на крупное дробления дает возможность восстановить характеристики этих рудопотоков на основе хронологии процесса разгрузки подвижных единиц, а также на основе хронологии и замерах качественно-количественных показателей результирующего рудопотока после крупного дробления. Более того, темпоральная модель максимально учитывает особенности решения такой задачи в рамках соответствующей системы мониторинга, а именно:

- необходимость получения решения в условиях временных ограничений, определяемых реальным управляемым процессом;
- необходимость учета временного фактора (зависимостей) при описании проблемной ситуации и в процессе поиска решения;
- невозможность получения всей объективной информации, необходимой для решения, и, в связи с этим, использование субъективной, экспертной информации;
- необходимость применения методов правдоподобного вывода и активного участия в процессе поиска лиц, принимающих решение;
- необходимость использования значительного объема данных, меняющихся со временем (показаний датчиков, значений управляющих параметров, выполняемых операторами действий и т.д.)

Как было отмечено выше, выполнить прямые надежные измерения качественно-количественных характеристик входных рудопотоков ОФ в режиме реального времени и с необходимой для практики точностью достаточно проблематично. В этой связи определена возможность получения этих характеристик путем их расчета по соответствующим измерениям выходного потока. Понятно, что без дополнительной информации о моментах инициации потоков на входе обогатительного передела, динамики движения их по дробильному комплексу и хронологии измерений интегрального выходного потока после дробления данная задача не имеет однозначного решения. Ее решение будет возможно только при наличии темпоральной информации о динамике процесса рудоподготовки на входе обогатительного передела, позволяющей по определенным логическим правилам поставить в соответствие рудную массу транспортной единицы k состава разгруженной в момент времени t_k и вес виртуального сегмента выходного потока измеренного на интервале $\{t_{ri}; t_{ri+1}\}$.

Состав такой темпоральной информации, обеспечивающей единственность решения задачи входного контроля объема и качества рудной массы поступающей на обогатительную фабрику, определяется технологической схемой дробления. Для большинства ГОКов она соответствует схеме представленной на рисунке 2.2. В соответствии с данной схемой руда валовой добычи крупностью кусков не более 1200мм, прибывающая железнодорожным транспортом (думпкары грузоподъемностью 105 тонн) из различных карьеров подается в приемные бункеры корпуса крупного дробления. Руда из каждого приемного бункера дробится до крупности 350 - 400 мм, а затем подается на вторую стадию дробления (на схеме не показана), где дробится до крупности не более 22 мм. Продукт второй стадии дробления подается на ленточные конвейеры для дальнейшей переработки. Таким образом, за промежуток времени ΔT , дискретные потоки вагонов с рудой из разных карьеров после крупного дробления преобразуются в интегрированный непрерывный поток руды, для которого с достаточной точностью и надежностью могут быть измерены мгновенные показатели веса и качества. Промежуток времени ΔT , включает различные события характеризующие темп продвижения рудной массы до места измерения ее качественно-количественных характеристик, по которым, в конечном счете, и может быть установлено соответствие реальных дискретных единиц входных потоков ОФ и виртуальных сегментов выходного интегрального потока.

В результате анализа возможных замеров динамики рудопотоков, соответствующих упомянутой технологической схеме, в качестве базовых переменных, на основе которых может быть задана структура и сформулированы соответствующие логические правила темпоральной модели, выбраны следующие события и временные интервалы:

- момент свала вагона,
- интервал времени появления руды вагона на конвейере до конвейерных весов,
- ожидаемое время начала потока руды вагона через весы,
- интервал времени переработки руды до выхода из дробилки 1-ой стадии дробления,
- время поступления ж/д - состава под разгрузку,
- длительность потока от момента выхода из дробилки первой стадии до датчиков контроля качества,

2.5. Формализация модели рудоподготовки

2.5.1. Для построения темпоральной модели рудоподготовки и определения на этой основе принадлежности руды сегмента выходного потока конкретному вагону одного из входных дискретных потоков руд существующих в период наблюдения на входе ОФ воспользуемся аппаратом

Темпорального Интервального Исчисления (Timed Interval Calculus - TIC)[2, 3].

Основные элементы TIC, используемые далее при формализации темпоральной модели рудоподготовки определяют следующие понятия:

- Область определения времени (T) есть неотрицательные вещественные числа и интервал есть последовательность точек времени, так, например, интервал времени $[x...y]$ определяется как:
 $\forall x,y: R * [x...y] = \{z: T | x \leq z \leq y\}$
- *Константы*. Например, максимальный вес (MaxWeight) может быть описан как реальное число (MaxWeight; R, где R есть реальное число).
- *Временная динамика* (trace) есть функция от времени области определения переменной. Например, вес руды на конвейере может быть представлен временной динамикой (Weight) переменной области реальных чисел. Так, Weight: $T \rightarrow R$.
- *Интервальные операторы*. Имеется три примитива интервальных операторов: α , ω , σ имеющих тип $I \rightarrow T$ (где I обозначает все интервалы и они возвращают начальную точку, конечную точку и длину данного интервала.
- *Интервальные скобки*. Пара интервальных скобок возвращает все интервалы, которые определяются предикатом внутри скобок. Предикат обычно является предикатом первого порядка. Например, для следующего TIC выражения, $[Weight(\alpha) \leq Weight]$, обозначающее, что значение переменной Weight не меньше, чем значение, полученное в начале интервала.
- *Правила*. Правила определяют временные свойства интервалов и их соединений.

Все перечисленные элементы TIC-модели, кроме последнего интуитивно понятны и могут быть численно идентифицированы для технологического объекта рудоподготовки на входе конкретной ОФ.

2.5.2. Правила **TIC-модели** принадлежности руды сегмента выходного потока конкретному вагону одного из входных дискретных потоков, а значит и **определения принадлежности руды карьеру** рассмотрим подробнее.

Правило 1. Привязка событий к временной шкале.

$$\text{If } S_i^{sv} = \text{true then } T_i^{sv} = t ,$$

где: S_i^{sv} – признак свала i-ого вагона, T_i^{sv} - время свала i-ого вагона, t – текущее время.

Данное правило означает, что если произошло событие свала вагона, то время свала вагона равно текущему времени.

Правило 2. Определение интервала времени дробления руды в бункере.

$$\begin{aligned} \text{If } \llbracket W_i^{oj} - P^{bunk} \neq 0 \rrbracket &= \{x, y: T \mid \forall t: [x \dots y] * (W_i(\alpha([x \dots y])) = W_i^{oj} \\ &\wedge W_i(\omega([x \dots y])) = 0 \wedge W_i = W_i - P^{bunk})\} \\ \text{then } t^{bunk} &= \sigma([x \dots y]), \end{aligned}$$

где: W_i^{oj} – оценочный вес руды i -ого вагона; P^{bunk} – производительность бункера в секунду; W_i – текущий вес руды i -ого вагона,

t^{bunk} – интервала времени дробления руды бункера.

Данное правило означает, что в каждом цикле (1 секунда) от общего веса руды в бункере отнимается количество равное производительности бункера в секунду. Данное правило позволяет рассчитать время, затрачиваемое бункером на дробление сваленного вагона и зафиксировать ожидаемый момент конца выхода вагона из бункера.

Правило 3. Определение интервала времени от момента появления руды вагона на конвейере до момента измерения на конвейерных весах.

$$t_i^{konv} = L^{konv} / V^{konv},$$

где L^{konv} – длина конвейера до конвейерных весов;

V^{konv} – скорость конвейера.

Правило 4. Определение ожидаемого момента времени начала потока руды вагона через весы.

$$T_i^{ojnach} = T_i^{sv} + t^{bunk} + t_i^{konv}.$$

Данное правило означает, что ожидаемого времени начала потока руды вагона через весы определяется суммой времени свала вагона с интервалом времени дробления руды бункера и интервала времени появления руды вагона на конвейере.

Правило 5. Вычисление длины временного интервала потока вагона.

$$\begin{aligned} \text{If } \llbracket S_i^{sv} = \text{true} \ \&\ t \geq T_i^{ojnach} \rrbracket = \{x, y: T \mid \forall t: [x \dots y] * (S_i^{sv} = \text{true} \\ &\wedge t \geq T_i^{ojnach})\} \\ \text{then } \{ W_i^{\Sigma} &= 0; \end{aligned}$$

while ($W_i^\Sigma \leq W_i^{oj}$)

$W_i^\Sigma = W_i^\Sigma + W_i;$

$t=t+1;$

end

$\{T_i^{int} = t - T_i^{ojnach}; T_i^{ojkon} = T_i^{ojnach} + T_i^{int}\}$

}.

Данное правило означает, что если событие свала вагона произошло и текущее время больше или равно времени ожидаемого начала разгрузки вагона, то проверяется условие - является ли суммируемый вес потока вагона меньше ожидаемого веса вагона и как только это условие не выполняется, то производится вычисление длины интервала потока вагона и времени конца потока вагона.

Правило 6. Правило корректировки времени начала потока вагона.

If $\llbracket W(t)-W(\alpha) \geq 0,05W(\alpha) \rrbracket = \{ x,y : T \mid \forall t : [x...y] * (W(t)-W(\alpha([x...y]))) \geq 0,05 W(\alpha([x...y])) \wedge \sigma[x...y] \geq 5 \}$

then $t_i^{nachpot} = \alpha([x...y]).$

Данное правило означает, что в качестве времени начала потока система фиксирует существенное (более 5 сек.) и устойчивое (более 5%) увеличение сигнала с датчика веса.

Правило 7. Правило корректировки времени конца потока вагона.

If $\llbracket W(t)-W(\alpha) \leq 0,03W(\alpha) \rrbracket = \{ x,y : T \mid \forall t : [x...y] * (W(t)-W(\alpha([x...y]))) \leq$

$0,03W(\alpha([x...y])) \wedge \sigma[x...y] \geq 5 \}$

then $t_i^{konpot} = w([x...y]).$

Данное правило означает, что в качестве времени конца потока система фиксирует устойчивое (более 5 сек.), близкое к нулю (не более 3%) значение сигнала с датчика веса.

2.6. Реализация системы мониторинга с использованием темпоральной модели рудоподготовки на входе ОФ.

2.6.1. Практическое использование вышеприведенных правил темпоральной логики была осуществлено при разработке системы мониторинга рудопотоков на входе железорудной ОФ. Система мониторинга была реализована с учетом канонов систем жесткого реального времени на

дублированном контроллере фирмы Сименс в виде функционально законченных программных блоков объединенных общим алгоритмом функционирования операционной среды контроллера. Функциональное описание этих блоков дано далее по тексту

2.6.2 Фиксация времени входа/выхода вагонов

Руда поступает на дробильный передел по Ж/Д путям. Для фиксации времени входа и выхода разгружаемых вагонов на путях установлены датчики занятости пути. При поступлении сигнала с датчика занятости система фиксирует время входа состава вагонов на передел. При фиксации учитывается стабильность сигнала. Если сигнал появляется на короткое время и пропадает, система идентифицирует событие как ложный сигнал и не фиксирует вход состава вагонов. Время выхода фиксируется при снятии сигнала занятости пути.

2.6.3. Определение количества сваленных вагонов

Задача заключается в идентификации момента свала вагона в бункер и подсчете таких свалов для состава вагонов, находящейся на путях. Для идентификации момента свала системой используются следующие дискретные сигналы:

- занятость пути,
- движение состава по пути,
- команда оператора на свал вагона,
- сигнал свала вагона,

Сигнал свала вагона должен наиболее точно отражать момент свала вагона. Но из-за сильно зашумленной среды (пыль) датчик не всегда выдает точную информацию. Поэтому в системе предусмотрена дополнительная алгоритмическая обработка, позволяющая отфильтровать появление ложных срабатываний датчика, а также идентифицировать свал даже при отсутствии сигнала «Свал».

Для фильтрации ложных сигналов алгоритм учитывает контекст ситуации на объекте. Свалу вагона должен предшествовать вход состава (сигнал занятости пути), сигнал наличия движения на пути длительностью достаточной для позиционирования вагона над бункером и команда оператора на свал. В момент свала сигнал наличия движения на пути должен уже отсутствовать, т. е. состав должен быть остановлен. Если сигнал свала противоречит контексту, то такой сигнал бракуется и не учитывается системой. Например, если сигнал свала приходит при отсутствии сигнала занятости пути, то система считает свал невозможным при отсутствии на пути разгружаемой вертушки.

Напротив, если ситуация на объекте свидетельствует о том, что должен произойти свал вагона (вертушка зашла, выполнено позиционирование вагона, подана команда оператора на свал), но сигнал свала не поступает, то система ожидает некоторое время его поступления и при его отсутствии все равно фиксирует свал, если время нахождения вагона над бункером было

достаточным для его разгрузки. За момент свала в этом случае принимается момент снятия команды оператора на свал.

Разгрузка вертушки может параллельно вестись в бункера 1-й и 2-й очереди. Для каждого бункера предусмотрены свои сигналы команды оператора и свала.

2.6.4 Учет веса и качества руды

На конвейерах, подающих руду из бункеров на очереди, установлены конвейерные весы и датчики магнитной восприимчивости руды. Содержание железа в руде рассчитывается на основе сигнала с датчика магнитной восприимчивости по формуле:

$$Fe = A * X + B$$

где:

Fe – содержание железа,

X – магнитная восприимчивость руды,

A, B – коэффициенты регрессионной модели для рудника, с которого поступила руда.

Коэффициенты A и B получают в результате статистической обработки проб руды, отбираемых с рудника. Получение данных коэффициентов не входит в задачи, решаемые системой. Система предоставляет интерфейсы для их ввода и использует введенные значения при расчетах. Руда поступает на передел с нескольких рудников. Коэффициенты задаются для каждого из них. Чтобы максимально точно производить расчет содержания железа в руде система идентифицирует руду, идущую по конвейеру, на принадлежность тому или иному руднику и использует соответствующие коэффициенты.

2.6.5. Идентификация руды, идущей по конвейеру на принадлежность руднику

Разгрузка в бункер может вестись параллельно с двух путей. Очевидно, что разгружаемые составы, могли прийти с разных складов. Поэтому решение данной задачи сводится к определению принадлежности руды, идущей по конвейеру, одному из сваленных вагонов. Задача становится нетривиальной, если разгрузка ведется в плотном режиме и руда идет по конвейеру непрерывным потоком. Система определяет временные границы вагонов в потоке относительно весов. Т. е. система определяет, руда из какого вагона, проходила в определенный момент времени по весам. Зная величину транспортного запаздывания между весами и датчиком магнитной восприимчивости, система определяет временные границы вагонов в потоке

относительно датчика магнитной восприимчивости. Определение временных границы вагонов в потоке относительно весов производится в 4 этапа:

1. определение времени начала прохождения вагона через весы,
2. определение времени конца прохождения вагона через весы,
3. корректировка границ вагонов в потоке с учетом общего веса руды в потоке,
4. вторичная корректировка границ вагонов в потоке с учетом экстремумов сигнала с датчика веса.

2.7. Определение времени начала прохождения вагона через весы

На этом этапе система определяет ожидаемое время появления руды из разгруженного вагона на весах. Это время рассчитывается по правилу 4.

Рассчитанное T_i^{ojnach} принимается системой как первое (грубое) приближение границы вагона и в последующем подлежит уточнению с учетом фактической обстановки на объекте. Если при наступлении T_i^{ojnach} на весах наблюдается отсутствие потока руды (просвет), то в качестве начала вагона будет принято ближайшее появление потока руды на весах. Другие случаи корректировки момента начала вагона тесно связаны с моментом определения конца предыдущего вагона.

2.8. Определение времени конца прохождения вагона через весы

2.8.1. При определении момента конца прохождения вагона через весы система опирается на ожидаемый (известно априори) вес вагона. Алгоритм определения времени конца прохождения вагона через весы выполняется по правилу 5. Алгоритм суммирует вес руды прошедший по весам с момента начала вагона и при достижении ожидаемого веса вагона фиксирует момент конца прохождения вагона.

Если ожидаемый вес для вагона уже набран, но для следующего вагона не справедливо неравенство:

$$T_i^{ojnach} \leq t,$$

где t - текущий момент,

то система продолжает отсчитывать вес для текущего вагона пока для следующего вагона не будет удовлетворено приведенное условие. В этом случае в качестве конца вагона будет принят T_i^{ojnach} следующего вагона.

2.8.2. Если ожидаемый вес вагона не достигнут, но наблюдается окончание потока руды на конвейере (просвет), то система фиксирует конец вагона, но производится дополнительный анализ. Если набранный вес намного меньше ожидаемого (менее 70%), то система анализирует момент конца выхода из бункера предыдущего вагона и момент начала текущего. Если разница между этими моментами составляет временной отрезок

достаточный для появления просвета на весах, то момент окончания потока фиксируется как момент конца прохода через весы предыдущего вагона. Если временной промежуток слишком мал или отсутствует, то окончание потока фиксируется как конец текущего вагона.

2.9. Корректировка границ вагонов в потоке с учетом общего веса руды в потоке

Под потоком понимается промежуток времени от момента появления потока руды на весах до момента его окончания. Определение границ вагонов в потоке производится по правилу 6. При фиксации конца потока система производит корректировку определенных на предыдущих этапах границ вагонов, лежащих внутри потока. Система определяет общий вес руды в потоке и количество вагонов в нем. Далее для каждого вагона в потоке система суммирует его ожидаемый вес. Результат этой операции представляет собой ожидаемый вес потока. Далее ожидаемый вес потока сравнивается с фактическим и определяется коэффициент невязки:

$$k_{\text{невяз.}} = \frac{W_{\text{ож.}} - W_{\text{факт.}}}{W_{\text{факт.}}}$$

где:

$k_{\text{невяз.}}$ - коэффициент невязки,

$W_{\text{ож.}}$ - ожидаемый вес потока,

$W_{\text{факт.}}$ - фактический вес потока.

Для каждого вагона в потоке вычисляется фактический вес по формуле:

$$W_{\text{ваг.факт.}} = W_{\text{ваг.ож.}} * (1 - k_{\text{невяз.}})$$

где:

$W_{\text{ваг.факт.}}$ - фактический вес вагона,

$W_{\text{ваг.ож.}}$ - ожидаемый вес вагона.

Затем система расставляет границы вагонов в потоке таким образом, чтобы вес каждого вагона соответствовал полученному для него $W_{\text{ваг.факт.}}$.

2.10. Вторичная корректировка границ вагонов в потоке с учетом экстремумов сигнала с датчика веса

2.10.1. Появление потока руды на весах не характеризуется мгновенным скачкообразным изменением сигнала с датчика веса. Сигнал обладает некоторой инерционностью. Это связано с инерционностью

дробилки, которая, при поступлении в нее руды, выходит на полную производительность с небольшим запозданием, а также демпфированием самого сигнала с целью подавления помех. Аналогичная инерционность наблюдается в конце потока (Рисунок 2.3.).

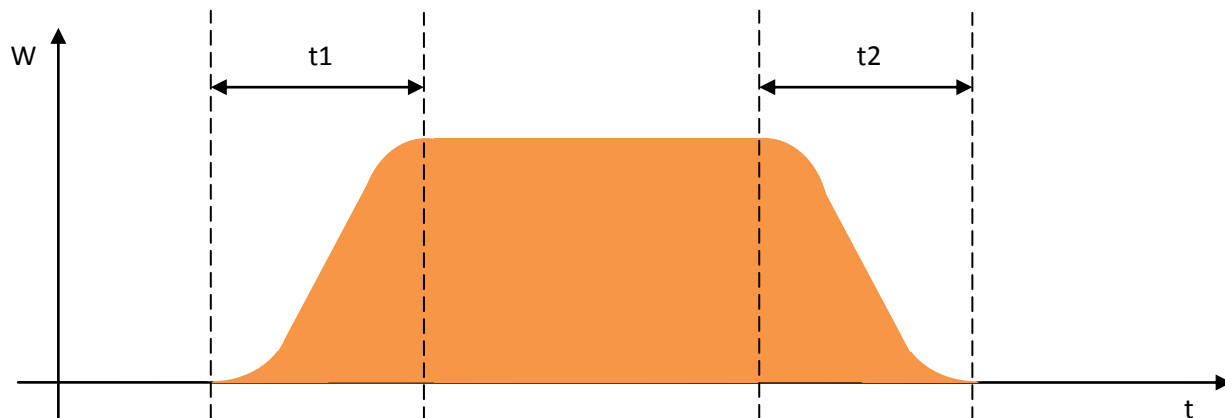


Рисунок 2.3 – Инерционность в начале и конце потока руды на ленте

где: t_1 – инерционность в начале потока, t_2 – инерционность в конце потока

2.10.2. При определенной скважности свалов это приводит к ситуациям, когда поток руды для вагона уже пошел на убыль и в это время на весы начинает поступать руда уже со следующего вагона. Такая ситуация характеризуется наличием экстремума в сигнале с датчика веса (Рисунок 2.4.):

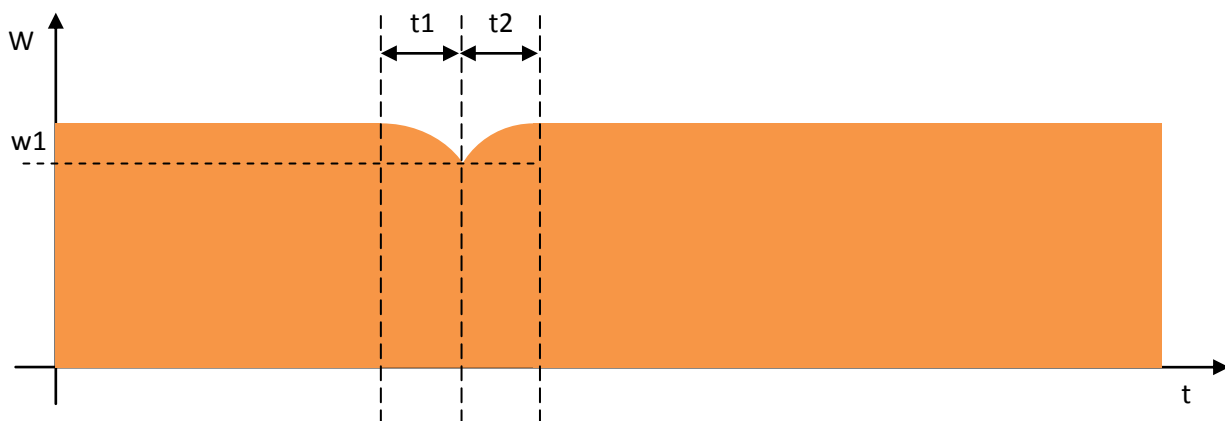


Рисунок 2.4. – Наличие экстремума в показаниях веса потока руды

где: t_1 – окончание потока руды первого вагона, t_2 – начало потока руды следующего вагона, w_1 – минимум сигнала с датчика веса, характеризующий границу между вагонами.

Обработка таких экстремумов позволяет более точно определять границы вагонов в потоке. Алгоритм вторичной корректировки производит поиск экстремумов в анализируемом потоке. При нахождении таковых система анализирует экстремум на близость к полученным на предыдущем этапе границам вагонов. Если найденный экстремум находится вблизи одной из границ, система корректирует границу, принимая момент экстремума в качестве новой границы. Если экстремум находится на значительном удалении от полученных на предыдущем этапе границ, он принимается системой за изменение количества руды на конвейере, возможно связанное с перебоем подачи руды из дробилки, и игнорируется.

2.11. Объединение составов вагонов

Система предоставляет оператору интерфейс для выполнения операции объединения двух следующих друг за другом составов вагонов в один состав. Необходимость выполнения такой операции может возникнуть при возникновении сбоя в работе датчика занятости пути, в результате которого сигнал пропадает на некоторое время. Система при пропадании сигнала занятости пути фиксирует выход состава, а при следующем его появлении фиксирует вход нового состава. Если по факту в это время на пути находился один состав, то оператор выполняет операцию объединения для зафиксированных системой составов. Для объединения оператор задает номер первого и следующего за ним состава и подтверждает выполнение операции. В результате система относит зафиксированные для второго состава вагоны к первому составу и удаляет второй состав. Для перепривязанных вагонов производится перерасчет содержания железа с учетом параметров склада первого состава.

2.12. Разделение составов вагонов

Аналогично операции объединения составов система предоставляет возможность выполнения операции разделения составов. Необходимость выполнения такой операции может возникнуть при возникновении сбоя в работе датчика занятости пути, в результате которого датчик занятости пути не реагирует на выход состава и сигнал занятости остается неизменным. В этом случае система не фиксирует выход состава и вход на разгрузку следующей, в результате чего разгружаемые со второго состава вагоны привязываются системой к первому составу. Чтобы скорректировать такую ошибочную ситуацию оператор выполняет операцию разделения составов. Для выполнения операции оператор вводит номер разделяемого состава, количество вагонов, которое следует в ней оставить, и время входа на разгрузку следующего за ним состава. В результате выполнения операции система фиксирует вход нового состава со временем входа введенным оператором и перепривязывает к ней указанные оператором вагоны. Для перепривязанных вагонов производится перерасчет содержания железа с учетом параметров склада второго состава.

Предложенная методика, ориентированная на применение темпоральной модели для определения принадлежности руды карьере в технологическом процессе дробления руд ГОК позволяет осуществлять оперативный контроль входных рудопотоков и эффективное управление качеством обогатительного процесса, обеспечить обратную связь с карьерами, поставляющими руду.

2.13. Методические решения по эффективному функционированию создаваемой Автоматизированной системе оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия

2.13.1. Методика оперативного и достоверного мониторинга качественно-количественных характеристик входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия должна обеспечить эффективное и надежное функционирование создаваемой АС, а следовательно должна иметь возможность контроля работоспособности как всей системы в целом, так и её компонентов. При этом контроль надежности функционирования АС предусматривает возможность контроля работоспособности технических средств системы на всех её иерархических уровнях, с оценкой работоспособности режима "горячего резервирования". От полевого оборудования и контрольно-измерительных приборов, включающих в себя КИП для получения первичной информации о весе с конвейерных весов, датчики контроля содержания полезного компонента в руде (меди, железа и т.п.), датчики состояния светофоров (положение переключателей на пульте оператора разгрузки составов с рудой.) и состояния металлоискателей на конвейерах, до программируемых логических контроллеров, реализующих основную логику работы системы мониторинга рудопотоков, обеспечивающих выполнение функций подсистемы «входной контроль», включая мониторинг движения составов на путях разгрузки, контроль разгрузки думпкаров, контроль качества и веса рудопотока после крупного дробления на основе показаний датчика качественного анализа и конвейерных весов, до уровня производственно-диспетчерского контроля, реализуемого в рамках архитектуры клиент-сервер на базе автоматизированных рабочих мест и технологий серверов приложений и баз данных.

2.13.2. Предлагаемая методология создания АС учитывает необходимость оценки работоспособности и качества выполняемых функциональных задач подсистем создаваемой автоматизированной системы оперативного мониторинга. В этом случае режим функционирования системы мониторинга должен предусматривать возможность выполнения диагностических и тестовых задач, реализуемых в рамках упомянутых подсистем. Эти задачи предусматривают возможности проверки работоспособности АС в различных нештатных ситуациях, включающих:

- наличие фрагментов недостоверных данных о состоянии контролируемого объекта;

- одновременная работа с АПК большого количества пользователей АС;
- моделирование ситуаций с попытками клиентов несанкционированного изменения данных и др.

2.13.3. Важным разделом методики создания автоматизированной системы оперативного мониторинга характеристик входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия являются мероприятия по отладке создаваемой АС на объекте, её испытаниям и вводу в опытно-промышленную эксплуатацию.

В приложении 1 к данному техническому отчету приведен документ: «Уточнение методических и научно-технических решений по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ», реализующий задачи методической поддержки разработки АС.

3. Разработка техно-рабочего проекта по созданию автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия (АС ОМКВР).

В соответствии с принятой стратегией коммерциализации, разрабатываемая проектная документация является базовой основой для создаваемых в рамках выполняемого подпроекта аппаратно-программных комплексов АС ОМКВР и продукта коммерциализации: техно-рабочая документация на автоматизированную систему оперативного мониторинга характеристик входных рудопотоков на горно-перерабатывающих предприятиях.

3.1. Разработка общесистемных решений.

3.1.1. Вопросы общесистемных решений, принимаемых при разработке АС ОМКВР отражают следующие разделы:

- концепция автоматизации,
- задачи автоматизированной системы (АС),
- предварительная функциональная структура АС,
- основные решения по техническому, информационному, программному и организационному обеспечению АС,
- решения в смежных частях проекта,
- программа испытаний АС.

3.1.2. В основе концепции автоматизации лежит предложенная методология автоматизированного оперативного мониторинга характеристик входных рудопотоков, технология их контроля, поставленные цели и основные задачи решаемые в создаваемой АС.

3.1.3. Исходные структурно-функциональные требования определяют технические решения, принимаемые в проекте АС ОМКВР, которые соответствуют базовым принципам современной концепции построения автоматизированных информационно-управляющих систем, включающих следующие основные положения:

- Структура системы должна быть иерархической с четким, надежным, межуровневым взаимодействием, основанном на стандартизованных промышленных протоколах обмена данными;
- Гибкий централизованный, иерархический контроль и управление объектом автоматизации;
- Открытая архитектура информационного взаимодействия различных компонентов системы;
- Минимальное время восстановления работоспособности системы;
- Самодиагностика;
- Удобное, простое обслуживание и интуитивно понятные интерактивные интерфейсы, в совокупности с высокой степенью готовности программно-технических средств;
- Совместимость со стандартным программным обеспечением на основе технологии OPC.
- АСУТП и все виды обеспечения должны быть приспособлены к модернизации и наращиванию. Объем необходимых физических устройств и модулей должен иметь возможность обработки дополнительных сигналов в объеме не менее 15% (по входам и выходам) и иметь минимальный запас емкости памяти для управления, сигнализации, программирования и дальнейшей модернизации процесса управления не менее 20 %.

3.1.4 С функционально-алгоритмической и технической точек зрения АС ОМКВР представляет собой трехуровневую четко структурированную систему. Структурная схема системы приведена на рисунке 3.1.

3.1.5 Решения в смежных частях проекта охватывают следующие разделы:

- Строительные решения;
- Электроснабжение;
- Решения по охране труда и технике безопасности;
- Решения по охране окружающей среды;
- Решения по противопожарным мероприятиям;
- Решения по оборудованию операторских помещений.

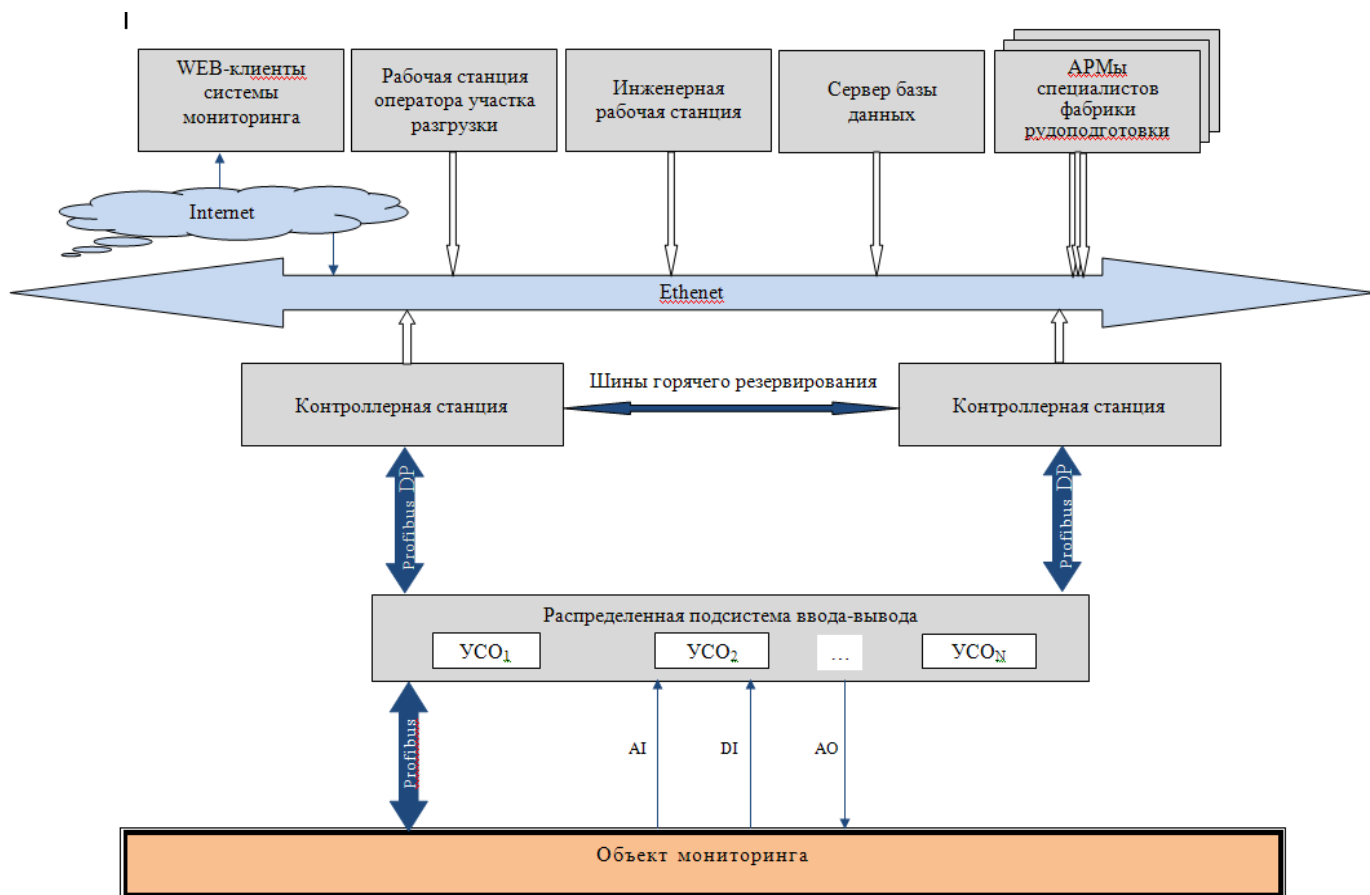


Рисунок 3.1 - Структурная схема АС ОМКВР

В приложении 2 к данному техническому отчету приведена более подробная документация по общесистемным решениям создания АС ОМКВР.

3.2. Разработка технического обеспечения.

Данный раздел проекта АС ОМКВР, определяющий её системную аппаратно-программную платформу и технические решения по созданию АС, в соответствии с планом реализации подпроекта в настоящее время находится в стадии разработки.

3.2.1. Структура системы автоматизации. Исходя из требований технического задания на систему в целом, к функционированию, к надежности, точности, к структуре комплекса технических средств система должна удовлетворять большому числу технико-экономических показателей, аппаратной надежности, точности, высокой скорости реакции, удобства модификации и ремонтпригодности.

АС ОМКВР представляет собой трехуровневую систему с горячим резервированием аппаратных средств, с реализацией быстрого автоматического безударного переключения с рабочих контроллеров на резервные.

Уровень I (базовая автоматизация) - базируется на программируемых логических контроллерах фирмы «Siemens». Открытая архитектура позволяет дополнять систему либо применять новые технические средства, обеспечивая расширение и модернизацию системы в будущем.

В качестве технической основы контроллерного оборудования используется две контроллерные системы на базе CPU Simatic S7 417-5H с горячим резервированием работающий по принципу «ведущий-ведомый», станции удаленного ввода-вывода ET 200M.

Контроллер обеспечивает выполнение следующих функций управления:

- контроль технологических параметров;
- обмен данными между УСО ввода-вывода и сетью управления;
- предупредительной и аварийной сигнализации.

Применение H-системы обеспечивает:

- Высокую надежность;
- Масштабирование в широких пределах;
- Уменьшение эксплуатационных затрат;
- Минимальную потребность в кабельной продукции;
- Сокращение затрат на монтажные работы.

Уровень II (HMI/SCADA). На верхнем II уровне устанавливаются сервера и рабочие станции оператора ККД, «Дробильщика» и другие объединенные локальной сетью Industrial Ethernet со скоростью передачи данных 100Mb и с возможностью выхода в систему диспетчерского управления предприятия.

Сеть Industrial Ethernet построена на базе коммутатора SCALANCE X208, установленного в шкафу ПЛК. Модуль SCALANCE X208 имеет 8 портов для подключения медных сетевых кабелей с RJ45 вилок. Подключение к пользователям предлагается выполнить стандартным ТР-кордом.

В качестве рабочих станций операторов АРМ 1,2 и сервера БД используются специализированные персональные компьютеры SIMATIC IPC847C с ОЗУ не менее 8Гб оптическими дисками емкостью не менее 1Тб.

В качестве рабочей станции оператора разгрузки используется специализированный встраиваемый персональный компьютер SIMATIC IPC627D с ОЗУ не менее 8Гб оптическим диском емкостью не менее 500Гб.

На уровне операторского управления поддерживается интерфейс:

- отображения информации на мнемосхемах рабочих станций;
- световой сигнализации нарушений технологического процесса и отказов
- технических средств системы;
- изменения настроек управления и контролируемых параметров;
- источник информации для архивирования параметров процесса;

- санкционирования доступа к функциям системы с помощью паролей.

3.2.2. Программно-аппаратная платформа АС ОМКВР. В качестве аппаратной и программных платформ предлагается использовать средства фирм Siemens и Microsoft.

В качестве технологических серверов компьютеров для АРМ используются промышленные сервера и компьютеры. Сетевое оборудование фирм Siemens.

Надежная, бесперебойная, безостановочная работа системы (нон-стоп) обеспечивается следующими решениями:

- оптимальной архитектурой системы, рациональной развязкой работы подсистем;
- применением горячего резервирования (дублированием) контроллеров;
- применением устройств бесперебойного питания для всех устройств;
- разработкой развитой подсистемы диагностики элементов системы.

Предлагаемые решения позволят заменять отказавшие узлы на ходу без остановки системы, без остановки технологических механизмов.

3.2.3. Аппаратная платформа

Интеллектуальную аппаратную базу автоматизации составляют программируемые логические контроллеры фирмы «Siemens». В качестве технической основы контроллерного оборудования для подсистемы «входного контроля качества» предлагается контроллер фирмы Сименс на базе CPU Simatic S7 417-5H с горячим резервированием работающий по принципу «ведущий-ведомый» со станциями удаленного ввода-вывода ET 200M. Применение H-системы обеспечивает:

- Высокую надежность;
- Масштабирование в широких пределах;
- Уменьшение эксплуатационных затрат;
- Минимальную потребность в кабельной продукции;
- Сокращение затрат на монтажные работы.

Станции ET200M komponуются из сигнальных модулей серии Simatic S7 400. Их подключение к контроллерам производится при помощи интерфейсных модулей IM-153-2 по сети Profibus-DP. Для замены модулей ввода-вывода на ходу без отключения питания в станциях ввода-вывода используются активные шинные модули.

Для подключения к сети Industrial Ethernet контроллеры реализующие функции системы «Входного контроля качества» комплектуются коммуникационными модулями CP 443-1.

Все контроллерное оборудование и станции ET200M монтируются в металлических шкафах исполнения IP 55 (завод изготовитель Rittal) и подключаются к промышленной сети 220В.

Станции ввода вывода скомпонованы на основе следующих сигнальных модулей:

- модуль цифровых входов SM321;
- модуль цифровых выходов SM322;
- модуль аналоговых входов SM331;

3.2.4 Программное обеспечение АС ОМКВР.

В проекте используется следующее программное обеспечение:

- SIMATIC PCS 7, пакет среды разработки системы engineering V8.2 плавающая лицензия для 1 пользователя.
- SIMATIC WINCC V7.3, RT 2048 (2048 внешних переменных), системное ПО SCADA-систем, исполняемое ПО, одиночная лицензия;
- для рабочих станций предусмотрена ОС Windows 7 64-bit SP1.

В настоящее время, в соответствии с ведомостью рабочих чертежей основного комплекса АС ОМКВР, представленной ниже и включающей двадцать позиций, значительная их часть разработана. Оставшаяся часть работ по проектированию технического обеспечения будет завершена в третьем квартале 2017 года согласно плану реализации подпроекта соглашения о гранте.

Таблица 3.1 - ведомость рабочих чертежей основного комплекса АС ОМКВР

Лист	Наименование	Примечание
1	Ведомость документов проекта	разработана
2	Общие данные	
3	Схема структурная КТС	разработана
4	Схема интерфейсных соединений	разработана
5	Шкаф ПК. Схема питания электрическая принципиальная	разработана
6	Шкаф ПК. Схема подключения внешних проводок	разработана
7	Шкаф ПЛК. Схема питания электрическая принципиальная	разработана
8	Шкаф ПЛК. Схема подключения внешних проводок	разработана
9	Шкаф УСО. Схема питания электрическая принципиальная	В стадии разработки
10	Шкаф УСО. Ввод аналоговых сигналов	В стадии разработки
	Схема электрическая принципиальная	
11.1-11.3	Шкаф УСО. Ввод дискретных сигналов	В стадии разработки
	Схема электрическая принципиальная	
12	Шкаф УСО. Вывод аналоговых сигналов	В стадии разработки
	Схема электрическая принципиальная	
13	Шкаф УСО. Вывод дискретных сигналов	В стадии разработки

Лист	Наименование	Примечание
	Схема электрическая принципиальная	
14	Шкаф УСО. Схема подключения внешних проводок	В стадии разработки
15	Шкаф УСО МВ-5. Схема питания электрическая принципиальная	В стадии разработки
16	Шкаф УСО МВ-5. Вывод аналоговых сигналов	В стадии разработки
17	Шкаф УСО МВ-5. Схема подключения внешних проводок	В стадии разработки
18	Схема соединения внешних проводок	В стадии разработки
19	Схема прокладки оптических кабелей Profibus	В стадии разработки
20.1-20.4	Кабельный журнал	В стадии разработки

3.2.5 Структурно-функциональная схема системы оперативного мониторинга качественных характеристик входного потока руды на обогатительную фабрику и варианты приборов аналитического контроля для использования в рамках такой системы приведены на рисунке 3.2.

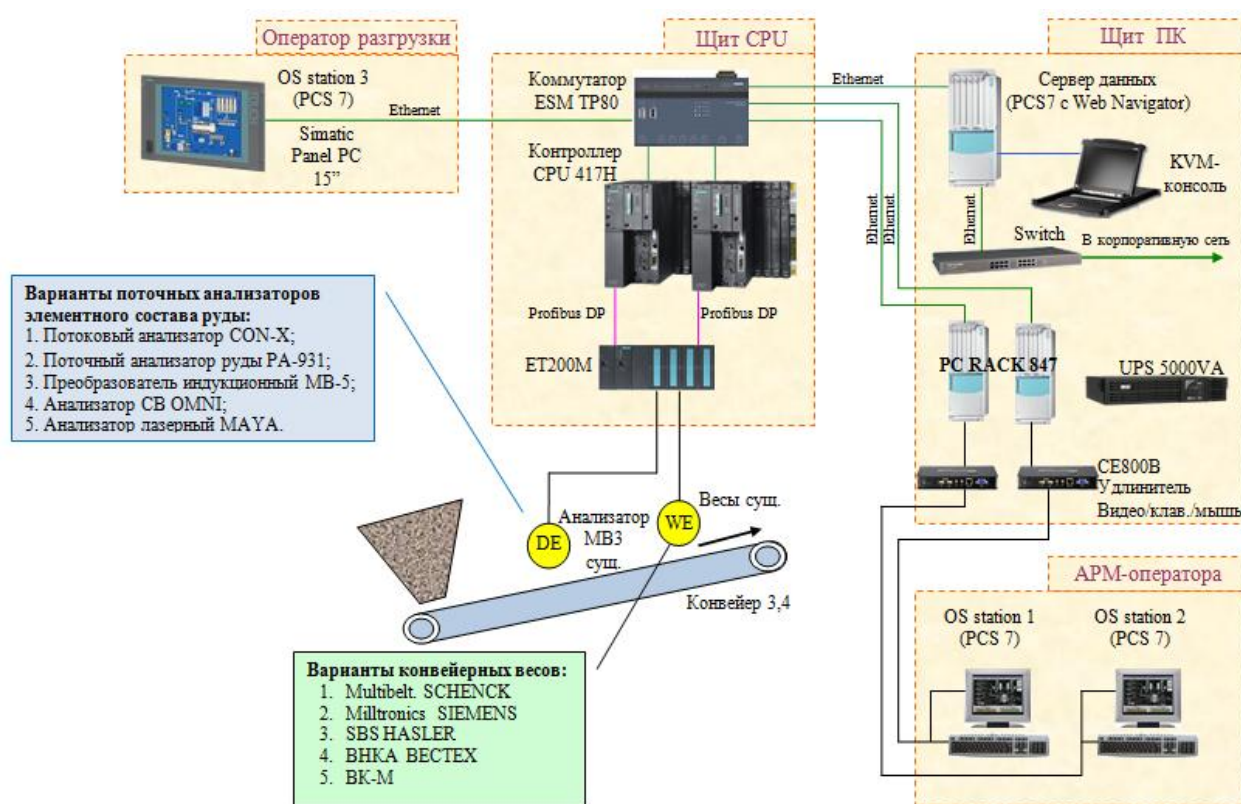


Рисунок 3.2 - Структурно - функциональная схема системы входного контроля качества потока руды на обогатительную фабрику

Работы по рекомендациям и выбору специализированного измерительного оборудования для измерения качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики показывают, что в соответствии с проведенным обзором по виду источника возбуждения исследуемого вещества все потоковые анализаторы можно разделить на 4 типа:

- 1) приборы с рентгеновской трубкой;
- 2) радиоизотопные;
- 3) лазерные;
- 4) нейтронные.

Ниже, в таблице 3.2 приведена сравнительная таблица характеристик потоковых анализаторов в зависимости от типа источника возбуждения. Выбор типа источника возбуждения индивидуален и зависит от задачи, которую требуется решать на конкретном предприятии.

Таблица 3.2. - Сравнительная таблица характеристик потоковых анализаторов в зависимости от типа источника возбуждения

Параметры	Приборы с рентгеновской трубкой	Радиоизотопные	Лазерные	Нейтронные	Оптические
Анализируемые элементы	от Al до U	от Mg до U	от C до U	от C до U	от H до Mt
Диапазон значений температуры окружающего воздуха, °C	-20 до +45	-30 до +50	-20 до +45	-30 до +50	
Габариты, мм	890x275x240	Датчик 150x140x300 Шкаф питания 300x250x170	1500x800x1300	2103x1690x1575	Осветительный блок 2000x2000x1000 Шкаф с электроникой 1300x800x200
Вес, кг	45	Датчик 5 Шкаф питания 6,5	450	от 2721 до 4081	180
Площадь/объем анализа	Поверхность	Объем	Поверхность	Объем	Поверхность
Пределы обнаружения и точность	Для всех поточных анализаторов - до 100ppm (0,01%), меняются в зависимости от элементов				
Опасность для здоровья персонала	есть	маловероятна	нет	есть	нет
Частота анализа, проб/мин	непрерывно	непрерывно	3-20	1,возможно непрерывно	20

В соответствии с проведенным анализом технических и эксплуатационных характеристик потоковых анализаторов бесспорными преимуществами перед остальными обладают лазерно-плазменный анализатор МАУА и магнито-индукционный преобразователь МВ-5. Однако в отдельных случаях, например когда на горно-рудном предприятии уже имеются приемлемые по точности и эксплуатационным свойствам потоковые анализаторы их можно также рекомендовать для использования в системах мониторинга и управления рудопотоками. Более подробно возможные варианты приборов аналитического контроля для использования в составе разрабатываемой АС приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. - Краткая характеристика анализаторов качества руды для предлагаемой системы мониторинга входных рудопотоков

Конвейерный рентгено-флуоресцентный анализатор состава вещества CON-X	Конвейерный поточный анализатор элементного состава СВ OMNI	Индукционный конвейерный преобразователь МВ-5	Конвейерные анализаторы МАУА	Потоковый цифровой анализатор АКП-1Ц
				
Конвейерный on-line анализатор CON-X применяется для идентификации и измерения концентрации элементов и минералов в руде на конвейерной ленте. Анализатор способен анализировать элементы начиная с Al (Z= 13) и до U (Z=92)	Проведение непрерывного анализа состава руды и концентратов. Надежный и точный анализ сыпучего сырья. Прибор работает по принципу гамма-нейтронно активационного анализа.	Индуктивный конвейерный преобразователь МВ-5 применяется для непрерывного бесконтактного измерения магнитных характеристик рудопотоков, с последующим определением массовой доли магнетитового и общего железа в руде и продуктах ее переработки.	Лазерный оптико-эмиссионный (LIBS) анализатор элементного состава минеральных материалов на конвейере.	Анализаторы цифровые рентгенорадиометрические и технологических продуктов в потоке АКП-1Ц предназначены для количественного определения массовых долей химических элементов от кальция до урана в диапазоне от 0,05 до 70,00 % в технологических продуктах переработки минерального сырья, горных пород, руд, пульпообразных, жидких, твердых и сыпучих материалах в потоке

Данный раздел проектных работ выполняется в соответствии с планом реализации грантового подпроекта, находится в стадии разработки и будет завершен в 3-ем квартале 2017 года.

3.3. Разработка математического обеспечения.

3.3.1 Документация по математическому обеспечению создаваемой АС ОМКВР регламентирует совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, применяемых в автоматизированной системе входного контроля качества руд поступающих на обогащение. Данный раздел проекта в соответствии с планом реализации грантового подпроекта находится в стадии разработки. Документ разрабатывается в соответствии требованиями к содержанию документов включающих решения по математическому обеспечению изложенными в разделе 7 РД 50-34.698-90 и включает общее (укрупненное) и поблочное (детальное) описание алгоритмов решения задачи оперативного мониторинга качества входных рудопотоков.

3.3.2. Математическое обеспечение АС ОМКВР представляет собой набор формализаций описывающих функционал подсистем сбора данных, ситуационного анализа и расчета качественно-количественных характеристик потоков руды поступающей ж/д транспортом с различных складов горнодобывающего комплекса. С конструктивной точки зрения все формализации построены по модульному принципу и материализуются в виде специализированных алгоритмических блоков. Состав и функциональная специфика алгоритмической базы, выбраны исходя из технологической законченности операций процесса входного контроля руд, а также с учетом идей и положений объектно-ориентированного подхода для построения на этой алгоритмической базе соответствующего программного обеспечения.

3.3.3. В целом алгоритм решения задачи входного контроля позволяет определить вес выбранного потока руды проходящей через конвейерные весы для каждой очереди крупного дробления и идентифицировать пункт (склад), где эта руда была погружена. Кроме того, на основании этих результатов и показаний датчика магнитной восприимчивости алгоритм позволяет рассчитывать содержание железа в руде по заранее определенным для каждого склада регрессионным моделям и вычислять производительность очередей.

3.3.4. Результат декомпозиции модели на алгоритмические блоки заданной функциональной направленности и их взаимодействие представлены на структурной схеме (рисунок 3.3.). Ниже рассматривается только классификация элементов с точки зрения их реализации средствами объектно-ориентированного программирования в виде программных модулей.

Перечень задач реализуемых функциональными блоками включает в себя следующее:

- 1) Сбор и первичная обработка сигналов с объекта.
- 2) Определение веса подаваемой руды в каждом железнодорожном составе (вертушке) и по каждому месту погрузки руды.

- 3) Определение содержания железа в средне-дробленной руде с начала смены, контроль веса принятой руды с начала смены.
- 4) Формирование информации для вывода в корпоративную сеть для контроля работы 3-го приемного бункера оперативно-производственным персоналом.

Перечень функциональных блоков АС ОМКВР и описание их основных функций представлен ниже по тексту:

1. Функциональный блок (FB) «Путь»:
 - Идентификация входа вертушки.
 - Идентификация выхода вертушки.
 - Ввод информации по указанной вертушке.
 - Объединение вертушек.
 - Разделение вертушек.
2. Функциональный блок (FB) «Вертушка»:
 - Пересчет количества вагонов вертушки.
3. Функциональный блок (FB) «Идентификатор свалов»:
 - Определение момента свала вагона.
 - Создание нового блока данных «Вагон».
4. Функциональный блок (FB) «Бункер»:
 - Расчет текущей массы в бункере.
 - Расчет производительности на выходе из дробилки.
 - Определение времени начала выхода для вагона из бункера.
 - Определение времени конца выхода для вагона из бункера.
 - Определение DB первого вагона в бункере.
5. Функциональный блок (FB) «Весы»:
 - Расчет нуля весов.
 - Идентификация начала и конца потока
 - Расчет суммарного веса текущего потока.
 - Архивирование значений веса и магнитной восприимчивости в циклических архивах.
 - Идентификация прохода вагона через весы.
 - Обработка нештатной ситуации «Бесхозная руда».
6. Функциональный блок (FB) «Обработка потока»:
 - Вызов функции (FC) «Определение количества вагонов в потоке».
 - Вызов функции (FC) «Первоначальная коррекция границ вагонов в потоке».
 - Вызов функционального блока (FB) «Поиск экстремумов».
 - Вызов функции (FC) «Вторичная коррекция границ вагонов в потоке».
7. Функция (FC) «Определение количества вагонов в потоке»:

- Определение количества вагонов в потоке.
 - Расчет коэффициента «невязки».
 - Определение фактического последнего вагона в потоке.
8. Функция (ФС) «Первоначальная коррекция границ вагонов в потоке»:
- Поправка предполагаемой массы вагонов коэффициент «невязки».
 - Перерасчет времени конца прохода весов вагоном (и времени начала прохода весов следующего вагона) в соответствии с полученной массой вагона на основе массива значений веса.
9. Функциональный блок (ФВ) «Поиск экстремумов»:
- Определение в массиве значений веса экстремальных значений, т.е. граничных значений для вагонов.
 - Формирование массива индексов экстремальных значений веса.
10. Функция (ФС) «Вторичная коррекция границ вагонов в потоке»:
- Перерасчет времени начала или конца прохода весов вагоном в соответствии с массивом индексов экстремальных значений веса.
11. Функциональный блок (ФВ) «Сводка»- формирование строк сводки:
- Заполнение полей: вес вертушки заявленный, время входа вертушки на путь, время выхода с пути, количество вагонов в вертушке, номер пути, номер склада, номер электровоза.
 - Расчет и заполнение полей: фактический вес вертушки, среднее содержание железа в вертушке.
12. Функциональный блок (ФВ) «Чистильщик»:
- Выявление «лишних» блоков данных (DB).
 - Удаление «лишних» блоков данных (DB).

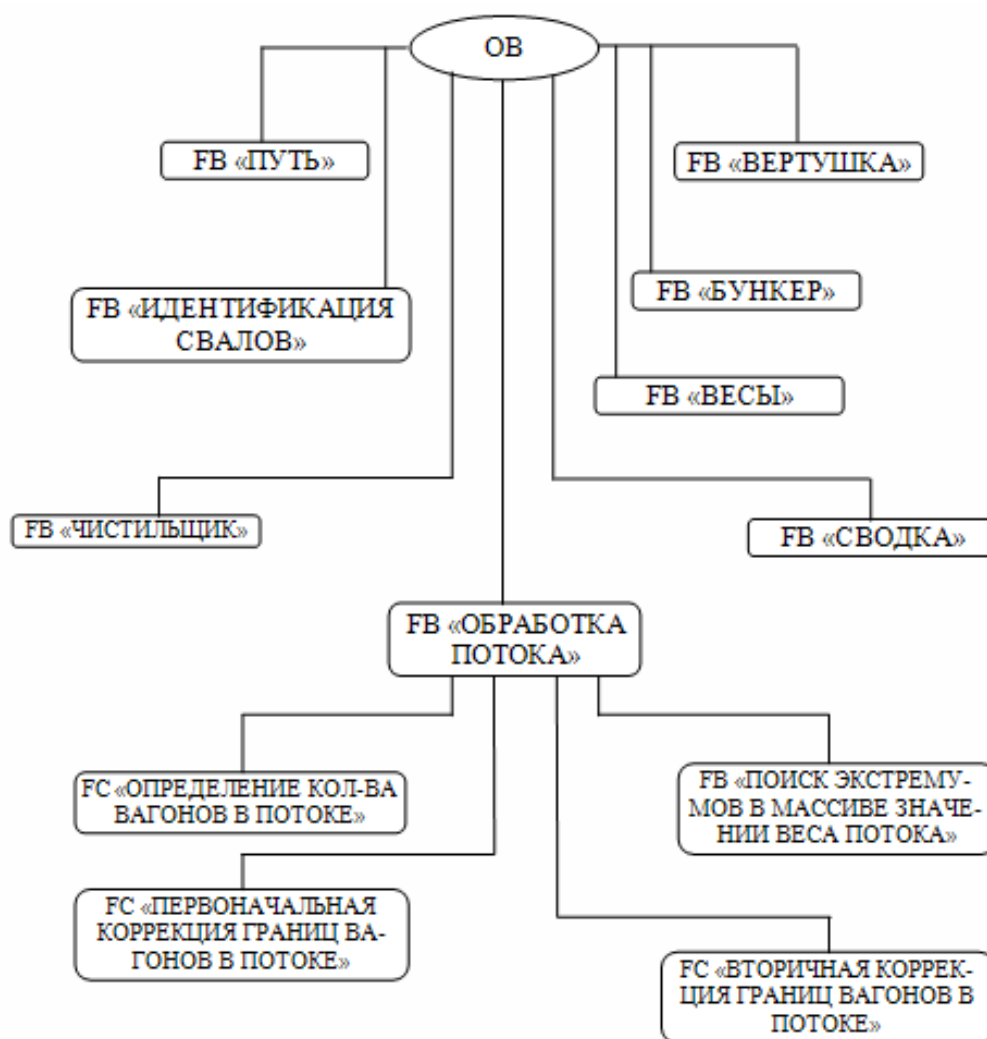


Рисунок 3.3 - Структура построения АС ОМКВР на основе функциональных блоков

3.4. Разработка информационного обеспечения (ИО).

3.4.1. Информационное обеспечение АС ОМКВР представлено наборами, блоками, структурами данных, составляющими информационный фонд автоматизированной системы АС ОМКВР. В разрабатываемой АС информационный фонд АС ОМКВР состоит из:

- информационного фонда удаленной контроллерной станции АС ОМКВР,
- информационного фонда станции оператора «ОС».

В документации по Информационному обеспечению АС ОМКВР приведено подробное описание состава информационного фонда каждой подсистемы, а также описание информационных потоков обеспечивающих их взаимодействие.

3.4.2 Информационный фонд контроллерной станции АС ОМКВР

Задачами контроллерной станции Автоматизированной системы АС ОМКВР, далее КС АС ОМКВР, являются:

- сбор и первичная обработка информации поступающей с объекта управления,
- обработка информации принятой с объекта и формирование вторичной и диагностической информации,
- приведение полной информации о состоянии объекта управления к виду удобному для передачи на станцию оператора «OS».

Входная информация. Основной информационной функцией АС ОМКВР является сбор, обработка и представление информации о состоянии автоматизированного объекта управления, оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки.

Информация о состоянии объекта управления поступает в качестве дискретных входных и аналоговых сигналов в шкаф «УСО» а затем по сети «ProfiBus» передаются для обработки на КС ОМКВР.

Выходная информация. Одной из задач КС АС ОМКВР является выдача на объект управления, аналоговых сигналов результатом которых являются выработка и реализация управляющих воздействий. Например, для корректировки «Нуля весов».

Формирование таких сигналов производится автоматически на основании алгоритма функционального блока «FB Scales» и/или значения введенного вручную с панели оператора.

Управляющие сигналы представляют собой выходные аналоговые сигналы, перечень которых приведен в таблице документации на ИО.

Информационный фонд контроллерной станции (КС) АС ОМКВР организован в виде блоков данных, имеющих определенную структуру и экземпляры которых консолидируют информационные образы (описания) процессов и состояний объектов мониторинга в режиме реального времени. Эти информационные описания имеют следующую функциональную специфику:

- вторичная информация о состоянии объекта управления,
- настроечные параметров алгоритмов обработки информации,
- промежуточные результатов вычислений,
- диагностическая информация об объекте и процессах мониторинга

В КС АС ОМКВР специфицированы и используются следующие типы экземпляров блоков данных:

1. Тип «ANALOG». Блоки данных имеющие тип «DB ANALOG», являются экземплярами функциональных блоков «FB ANALOG» предназначенные для обработки и мониторинга аналоговых сигналов, включенных в систему управления технологическим процессом.

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 5. документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

2. Тип «DIGITAL». Блоки данных, имеющие тип «DB DIGITAL», являются экземплярами функционального блока «FB DIGITAL» реализующего математический алгоритм обработки дискретных сигналов.

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 6 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

3. Тип «RailWay» - Путь. Блоки данных имеющие тип «DB RailWay» являются экземплярами функционального блока «FB RailWay» - модуля, описывающего состояние железнодорожного бункерного пути и выполняющего функции по созданию и обработке данных о вертушках, начиная с входа вертушки на бункерный путь и до выхода с пути.

Данный блок имеет PCS7 интерфейс и позволяет оператору взаимодействовать с ним, чтобы вводить данные по вертушкам данного пути или выполнять операции объединения/разделения вертушек.

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 11 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

4. Тип «Bunker» - Бункер. Блоки данных, имеющие тип «DB Bunker», являются экземплярами функционального блока «FB Bunker», служат для моделирования прохождения руды через дробилку и имитации состояния приемного бункера. В результате такого моделирования блок проставляет метки времени в DB прошедших через него вагонов. Такие метки соответствуют времени начала выхода из бункера и времени конца выхода вагона из бункера.

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 7 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

5. Тип «IdentFall» - Идентификация свалов. Блоки данных имеющие тип «DB IdentFall» являются экземплярами функционального блока «FB IdentFall», реализующего алгоритм, который в процессе выгрузки вагонов вертушки в бункер идентифицирует момент свалов вагонов («FB IdentFall»), обнаруживает момент свала, создает экземпляры DB вагонов и заполняет поля блока данных вертушки: «Номер DB первого вагона», «Номер DB последнего вагона».

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 9 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

6. Тип «Vertushka» - Вертушка. Блоки данных имеющие тип «DB Vertushka» являются экземплярами функционального блока «FB Vertushka», которые динамически создаются для каждой вертушки, поступившей на передел («FB RailWay»). Функциональный блок «FB Vertushka» выполняет

пересчет количества вагонов в вертушке при изменении полей «Номер DB первого вагона», «Номер DB последнего вагона» («FB IdentFall»).

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 8 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

7. Тип «Scales» - Весы. Блоки данных имеющие тип «DB Scales» являются экземплярами функционального блока «FB Scales», служат для анализа и архивирования значений веса поступающего с функционального блока обработки аналогового сигнала. В результате анализа блок:

- выявляет и фиксирует время начала "потока" и время конца "потока" руды проходящей через весы;
- производит предварительную фиксацию полей "Время начала прохождения через весы" и "Время окончания прохождения весов" для объектов типа "Вагон" (далее эти поля корректируются функциями первичной и вторичной коррекции);
- производит корректировку «нуля весов» и текущего значения веса с учетом "нуля весов";
- расчет суммарного веса руды в "потоке";
- архивирование значений веса в циклическом архиве контроллерной станции;
- формирование объектов "Вагон" и вставка их в связный список в случае обнаружения «бесхозной руды».

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 10 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

8. Тип «StreamWork» - Обработка потока. Блоки данных имеющие тип «DB StreamWork» являются экземплярами функционального блока «FB StreamWork», элементы которого производят анализ фактического веса проходящего через конвейерные весы, сопоставляет полученные данные с предполагаемыми данными потока, затем на основании данных полученных в результате анализа, производит поэтапную коррекцию границ вагонов в потоке, приближая их к реальному значению.

Структура блоков данных этого типа приведена в таблице 12 документа "информационное обеспечения АС ОМКВР".

9. Тип «Vert_sum» - Сводка. Блок данных имеющий тип «DB Vert_sum» является экземпляром функционального блока «FB Vert_sum», предназначенного для формирования и записи данных сводки в блок данных

3.4.3. Информационный фонд станции оператора «OS»

Задачами станции оператора являются:

- прием информации о состоянии объекта;

- передача команд оператора, настроечных параметров и информации о состоянии квитирования аварийных сообщений на объект;
- приведение принимаемой информации к графическому виду для предоставления ее оператору;
- предоставление оператору интерфейса для управления объектом, а также интерфейса для произведения настройки алгоритмов обработки информации;
- формирование и архивирование аварийных сообщений;
- архивирование действий оператора;
- предоставление оператору доступа к архивным данным.

Станция оператора «OS» передает на контроллерную станцию АС ОМКВР команды оператора, настроечные параметры и состояния квитирования аварийных сообщений. Перечень передаваемых данных приведен в таблице документации на ИО.

Информация о текущем состоянии объекта управления, принимаемая с КС АС ОМКВР, обрабатывается и предоставляется оператору в виде мнемосхем, перечень которых приведен в таблице 3.4.

Таблица №3.4. Перечень мнемосхем станции оператора «OS»

№ п.п.	Номер рисунка мнемосхемы	Название мнемосхемы
1	Рисунок 2	«Входной контроль качества руды»
2	Рисунок 3	«Диагностика»
3	Рисунок 4	«Мнемосхемы и переходы между ними»
4	Рисунок 5	«Парольная защита»
5	Рисунок 6	«Отображение аналогового параметра»
6	Рисунок 7	«Сигнализация аварий и тревог»
7	Рисунок 8	«Сообщения в служебных окнах»
8	Рисунок 9	«Тренды и графики изменения параметров»

3.5. Разработка прикладного программного обеспечения.

3.5.1. Данный раздел проектных работ выполняется в соответствии с планом реализации подпроекта и будет завершен в 4-ом квартале 2017 года.

3.5.2. Прикладное программное обеспечение серверов данных и рабочих станций разработано для исполнения в рамках системы WinCC интегрированной в PCS7.

Прикладное программное обеспечение контроллерных станций реализовано базовыми инструментами программного пакета STEP 7 системы PCS7 на языке SCL являющимся расширением этого инструментального средства.

В качестве дополнительных инструментов для разработки программного обеспечения контроллерного и технологического уровней использовались, набор расширений для пакета PCS7 и инструментальная среда визуального программирования Delphi V7. Инструментальная система Delphi V7 использовалась только для реализации отдельных утилит при формировании оригинальных оперативных сводок. В остальных случаях программирование осуществлялось в рамках инструментальных и языковых возможностей пакета PCS7 и его расширений.

В частности, программирование логики приложений на технологическом (контроллерном) уровне осуществлялось на языке SCL с использованием средств и библиотек фирменного инструментального продукта фирмы Сименс STEP 7 интегрированного в систему PCS-7. Программное обеспечение верхнего (диспетчерского) уровня реализовано в рамках принципов и подходов архитектуры клиент-сервер на базе технологий серверов приложений и баз данных. Для программирования использовались инструментальные возможности продукта WinCC системы PCS-7 и среды визуального программирования Delphi. На данном уровне реализована необходимая функциональность автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов, включая:

- интерфейсы мониторинга и управления процессами «входного контроля»,
- процедуры ввода информации о весе, номере и месте погрузке состава,
- сервис хранения и корректировки коэффициентов уравнений регрессий для пересчета сигналов датчиков МВ-5 в значения содержания магнитного и общего железа, накопления архивной информации о работе ПТС,
- программные средства формирования сообщений и сводок о результатах входного контроля рудопотока поступающего на ДО, а также передачи данных через корпоративную сеть на сервера ЦИТ АО «ССГПО».

Для обмена данными между компонентами системы на технологическом уровне использованы технологии Industrial Ethernet и OPC, а также коммуникации на основе форматов, интерфейсов и протоколов принятых для сетей Profibus, Profibus-DP.

3.6. Корректировка общесистемных решений в части структуры и функциональности автоматизированной системы оперативного мониторинга качества входных рудопотоков на ОФ.

3.6.1. Работы по корректировке общесистемных решений включают:

- уточнение спецификации технической структуры АС ОМКВР;
- уточнение спецификации оборудования;
- уточнение состава и форматов блоков данных информационного обеспечения АС ОМКВР;
- уточнение интерфейсов системы в части межуровневого взаимодействия и взаимодействия с оператором;
- уточнение объема испытаний АС ОМКВР на объекте и стратегии внедрения системы.

Данные доработки проведены с учетом результатов проведенных работ по проектированию и уточнению методики создания АС ОМКВР.

3.7. Обоснование выбора специализированного измерительного оборудования для измерения качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики.

3.7.1. Работы по рекомендациям и выбору специализированного измерительного оборудования для измерения качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики показывают, что в соответствии с проведенным обзором по виду источника возбуждения исследуемого вещества все потоковые анализаторы можно разделить на 4 типа:

- 1) приборы с рентгеновской трубкой;
- 2) радиоизотопные;
- 3) лазерные;
- 4) нейтронные.

В соответствии с проведенным анализом технических и эксплуатационных характеристик потоковых анализаторов бесспорными преимуществами перед остальными обладают лазерно-плазменный анализатор МАУА и магнито-индукционный преобразователь МВ-5. Однако в отдельных случаях, например, когда на горно-рудном предприятии уже имеются приемлемые по точности и эксплуатационным свойствам потоковые анализаторы их можно также рекомендовать для использования в системах мониторинга и управления рудопотоками.

Более подробная информация об этом оборудовании приведена в разделе 3.2.

Литература.

1. В.А. Пивень, А.В. Романенко, В.В. Шепель и др. Исследование влияния колеблемости качественных параметров рудопотоков карьера на эффективность обогащения железных руд // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2007. – № 2. – С. 64-68.
2. Fidge C.J., Hayes I.J., Martin A.P., and Wabenhurst A.K. A set-theoretic model for real-time specification and reasoning. In J. Jeuring, editor, *Mathematics of Program Construction (MPC'98)*, volume 1422 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 188-206. Springer, 1998.
3. Chen C., Dong J.S., Sun J. A Verification System for Timed Interval Calculus. <http://www.comp.nus.edu.sg/~chenchun/TIC2PVS>, 2007.
4. Prior A. N. Time and modality. Oxford, 1957.
5. Wright Georg H. von. “And next”. -Acta Philosophica Fennica 18, 1965, 293-304. The Georg Henrik von Wright Online Collection, Filosofia.fi
6. Ivin A.A. Temporal logic. In: Nonclassic logic.– М.: Nauka, 1970, p. 124-190. Ивин А.А. Темпоральные логики. В кн.: Неклассические логики.- М. Наука, 1970, стр. 124-190.
7. Карпов Ю.Г. Model checking. Верификация параллельных и распределенных программных систем.- СПб.: БХВ-Петербург, 2010.- 560 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «TST-16»

Утверждаю
Директор
ТОО "TST-16", д.т.н.

_____ У. Тулеев

«_____» _____ 2017 г.

Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование продуктивных инноваций»

**Подпроект «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия»**

Уточнение методических и научно-технических решений по созданию
автоматизированной системы оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков на ОФ

Приложение 1 к техническому отчету

Коммерческий директор

_____ Аксельрод В.Ю.

Алматы 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Коммерческий директор _____ Аксельрод В.Ю.
(подпись)

Старший научный сотрудник _____ Амирбаев Т. Р.
К.Т.Н (подпись)

Инженер/технолог _____ Коршунов П. П.
(подпись)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: рудопоток, передел, склад, крупное дробление, рудная куча, качество руды, вертушка, думпка, мониторинг, методика, темпоральная модель, автоматизированная система.

Настоящий документ посвящен методике оценки качественно-количественных характеристик входных рудопотоков, поступающих на обогатительный передел, повышения ее оперативности путем , предполагающей использования парадигмы темпоральной модели переработки рудного сырья на переделе крупного дробления руд с различными свойствами (из различных карьеров), поступающих на технологический передел горно-обогатительного предприятия.

Документ содержит описание построения темпоральной модели рудоподготовки с использованием аппарата Темпорального Интервального Ичисления (Timed Interval Calculus - TIC), позволяющей идентифицировать сегмент выходного потока руды по критерию доставки ее в конкретном вагоне в режиме реального времени, в темпе реализации технологического процесса.

Реализация системы мониторинга с использованием темпоральной модели рудоподготовки на входе обогатительной фабрики является основой создаваемой Автоматизированной системе оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«TST-16»**

Утверждаю
Директор
ТОО "TST-16", д.т.н.

_____ У. Тукеев
« ____ » _____ 2017 г.

**Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование
продуктивных инноваций»
Подпроект "Автоматизированная система оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия"**

**Обоснование выбора специализированного измерительного оборудования для измерения
качества руды в рудопотоках на входе обогатительной фабрики.**

Приложение 2 к техническому отчету

Коммерческий директор _____ Аксельрод В.Ю.

Алматы 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Коммерческий директор _____ Аксельрод В.Ю.
(подпись)

Инженер/технолог _____ Коршунов П. П.
(подпись)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: измерения, оборудование, рудопотоки, качество руды, магнитометрия, флуоресценция, анализатор, автоматизированная система.

Раздел посвящен обзору и выбору специальных измерительных устройств, позволяющих получать данные о составе рудного сырья в режиме реального времени непосредственно на конвейерах, без отбора проб, что дает возможность оперативно эффективно управлять технологическим процессом.

В разделе приведены описания назначения специальных измерительных устройств их характеристики и данные производителей. Приведены данные по сопоставлению измерительных и эксплуатационных характеристик устройств для целей выбора и применения в разрабатываемой «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия».

Цель раздела состоит в обосновании выбора измерительных устройств и информировании потребителей данной информации об особенностях существующих устройств рассматриваемого назначения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«TST-16»

Утверждаю
Директор
ТОО "TST-16", д.т.н.

_____ У. Тукеев

« » 2017 г.

**Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование
продуктивных инноваций»**

**Подпроект «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия»**

СТРАТЕГИЯ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ

Приложение 3 к техническому отчету

Коммерческий директор

_____ Аксельрод В.Ю.

Алматы, 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Директор
Д.Т.Н

_____ Тукеев У.
(подпись)

Коммерческий директор

_____ Аксельрод В.Ю.
(подпись)

Инженер/технолог

_____ Коршунов П. П.
(подпись)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: стратегия, коммерциализация, технология, неудовлетворенная потребность, инновация, конкуренция, спрос, рынок.

Настоящий раздел посвящен разработке стратегии коммерциализации результатов научно-исследовательской работы и созданию «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» (АС ОМКВР) как объекта коммерциализации.

Раздел содержит информацию по анализу рынка подобных систем с описанием предпосылок и неудовлетворенных потребностей потребителей, краткое описание технологии рудоподготовки и методологических аспектов создания АС на основе применения современных решений по управлению подобными объектами. Информация конкретизирована с учетом технологических особенностей объекта управления, выраженной в сложной ситуационной обстановке в зоне разгрузки (работа дробилок и степень их загруженности), а так же с учетом данных об объемно-весовых и качественных характеристиках перерабатываемой руды после крупного дробления, восстанавливаются, с высокой степенью оперативности и точности, характеристики входных рудопотоков и применения в АС темпоральных моделей рудоподготовки. Отражены также вопросы создания промышленного прототипа и внедрения его на предприятиях-заказчиках технологии.

Информационной целью раздела является создание у потребителей информации целостной модели подпроекта от стадии создания АС до ее внедрения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«TST-16»

Утверждаю
Директор
ТОО "TST-16", д.т.н.

_____ У. Тукеев

« ____ » _____ 2017 г.

**Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование
продуктивных инноваций»**

**Подпроект "Автоматизированная система оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия"**

**Обзор организационно-технических мероприятий и разработок
за первое полугодие 2017 года**

Приложение 4 к техническому отчету

Коммерческий директор _____ Аксельрод В.Ю.

Алматы, 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Коммерческий директор _____ Аксельрод В.Ю.
(подпись)

Старший научный сотрудник _____ Амирбаев Т. Р.
к.т.н (подпись)

Инженер/технолог _____ Коршунов П. П.
(подпись)

РЕФЕРАТ

Данный раздел посвящен обзору организационно-технических мероприятий, выполненных предприятием за период с подачи заявки на грант по июнь 2017 г.

Раздел содержит структурированные данные – таблицы – отражающие, не строго, последовательность документов и организационно-технических мероприятий, даты и период их исполнения, их результаты, адресаты комментарии с ссылками.

При этом первая таблица «Перечень организационных и технических документов, разработанных в ТОО «TST-16» по состоянию на 26.06.2017 г.» содержит простой перечень документов с указанием дат их завершения и выпуска документации.

Вторая таблица «Перечень организационных и технических мероприятий, выполненных в ТОО «TST-16» по состоянию на 26.06.2017 г.» содержит расширенный перечень оргтехмероприятий с указанием периода, даты начала и окончания их исполнения и комментарии с ссылками. Ссылки могут представлены в двух версиях:

- для представления материалов на бумажных носителях ссылки адресуются к соответствующим сведениям, представленным в виде заглавных/титulyных листов (при многостраничных документах) или целиком к документам, состоящим из 2-3 страниц;

- для представления материалов на электронных носителях используются гиперссылки на соответствующие файлы, которые находятся в одной папке с указанными таблицами. Объем ссылочной информации составляет свыше 50 файлов общим объемом порядка 150 мБ.

Целью рассматриваемого раздела является представление информации для ознакомления с перечнем выполненных документов и выполненных оргтехмероприятий за отчетный период.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «TST-16»

Утверждаю
Директор
ТОО "TST-16", д.т.н.

_____ У. Тукеев
«_____» _____ 2017 г.

Программа ГСНС по реализации проекта «Стимулирование продуктивных инноваций»

Подпроект "Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия" (АС ОМКВР)

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

Приложение 5 к техническому отчету

2017 г.

**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«TST-16»**

**Автоматизированная система оперативного мониторинга качества
входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия
(АС ОМКВР)**

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

46301116-АТХ.ОР.М.6

Коммерческий директор

В. Ю. Аксельрод

2017 г.

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: общесистемные решения (ОР), автоматизированная система (АС), функциональная структура АС, техническое обеспечение АС, информационное обеспечение АС, программное обеспечение АС, организационное обеспечение АС, техно-рабочий проект, программа испытаний АС.

Настоящий документ посвящен разработке общесистемных решений при создании проекта «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» (АС ОМКВР), реализующего концепцию повышения эффективности горно-обогатительного производства на основе применения современных аппаратных и программно-математических решений на стадии рудоподготовки, с учетом различных характеристик поступающих руд.

Раздел содержит материалы по концепции и задачам АС, функциональной структуре и основным решениям по техническому, информационному, программному и организационному обеспечению АС, программе испытаний.

Информация, содержащаяся в разделе, регламентирует дальнейшие детальные разработки на различных стадиях и этапах создания «Автоматизированная система оперативного мониторинга качества входных рудопотоков горно-обогатительного предприятия» (АС ОМКВР).

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ABP	Автоматическое Включение Резерва
APM	Автоматизированное Рабочее Место
АС	Автоматизированная система
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
БД	База Данных
КИП и А	КИП и локальная Автоматизация
КТС	Комплекс Технических Средств
МО	Математическое обеспечение
ПО	Программное обеспечение
ТО	Техническое обеспечение
ОО	Общесистемное обеспечение
ПК, ПЭВМ	Персональный Компьютер (Электронно-Вычислительная Машина)
ПЛК	Программируемый Логический Контроллер
ПТК	Программно-технический комплекс
ПУЭ	Правила Устройства Электроустановок
СУБД	Система Управления базой данных
ТЗ	Техническое Задание
УСО	Устройство Связи с Объектом
AI	Канал аналогового ввода
AO	Канал аналогового вывода
DO	Канал дискретного вывода
DI	Канал дискретного ввода
HMI	Человеко-Машинный Интерфейс
SCADA	Система Сбора Информации и Диспетчерского Управления (Supervisory Control And Data Acquisition)
ОМКВР	Оперативный мониторинг контроля качества входных рудопотоков
ФРПО	Фабрика рудоподготовки и обогащения
ККД	Корпус крупного дробления (на ФРПО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	7
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
2.1 Полное наименование системы и ее условное обозначение.....	7
2.2 Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы.....	8
2.5 Концепция автоматизации.....	8
2.5.1 Цель и назначение системы.....	8
2.5.2 Технология контроля входных рудопотоков.....	8
2.6 Состав Рабочего проекта.....	10
2.7 Нормативы и стандарты, использованные при проектировании.....	11
3 Краткая характеристика технологического объекта мониторинга... 11	11
4 Функциональная структура..... 13	13
4.1 Исходные структурно-функциональные требования.....	13
4.2 Решения по функционально-алгоритмической структуре.....	14
4.3 Решения по общему алгоритму функционирования.....	16
4.4 Решения по комплексу технических средств.....	16
4.5 Решения по информационному обеспечению.....	17
4.5.1 Состав и структура блоков данных контроллерной станции.....	18
4.5.2 Состав и структура информационного фонда сервера данных.....	21
4.6 Решения по математическому обеспечению.....	24
4.7 Решения по программному обеспечению.....	30
4.8 Решения по организационному обеспечению.....	32
4.8.1 Прикладные интерфейсы пользователя.....	32
4.8.2 Решения по организации обслуживания и сопровождения АС.....	41
4.8.3 Решения по защите информации от несанкционированного доступа.....	41
5 Решения в смежных частях проекта	42
5.1 Строительные решения.....	42
5.2 Электроснабжение.....	42
5.3 Решения по охране труда и технике безопасности.....	42
5.4 Решения по охране окружающей среды.....	43
5.5 Решения по противопожарным мероприятиям.....	43
5.6 Решения по оборудованию операторских помещений.....	43
6 Программа испытаний и приемки системы..... 43	43
6.1 Предварительные испытания.....	43
6.2 Опытная эксплуатация.....	44
6.3 Приемочные испытания.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Структурная схема ОМВКР	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Сигналы системы ОМКВР	46