

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Галиева Данияра Айткалиевича

«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРИКАРЬЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РУДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

представленной на соискание степени (PhD) доктора философии по специальности 6D070700 – «Горное дело»

Научные консультанты:

Б.Р. Ракишев докт. техн. наук, проф, академик НАН РК, (Казахстан)
Prof John R Sturgul (Австралия)

Алматы 2018

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. В условиях изменчивости ситуации на рынке минерального сырья и условий конкуренции предполагается последовательный переход от количественных показателей производства к качественным. Он предусматривает внедрение популярных систем управления, на которые возлагаются функции принятия решений по планированию и управлению качественными параметрами рудопотоков в карьере при добыче полезных ископаемых. Эти показатели постоянно ухудшаются в связи с усложнением горно-геологических условий с увеличением глубины разработки месторождений, неравномерным распределением полезных компонентов в руде, и требуют оперативного контроля организация взаимодействия двух подсистем предприятия - «карьер» и «фабрика». Все это неизбежно ведет к росту затрат на добычу и переработку. Компенсация указанных затрат возможна только при внедрении современных комплексных методов, обеспечивающих повышение производительности труда, новых экономически обоснованных способов разработки, ориентированных на снижение себестоимости производимой продукции.

Важным фактором повышения конкурентоспособности горнодобывающих предприятий становится автоматизация выемочно-погрузочных, транспортных работ и внутрикарьерного управления качеством рудного сырья. В организации горно-транспортных работ для каждого предприятия необходим индивидуальный механизм оперативной корректировки, основанный на наличии единой базы статистических данных и качественной обратной связи со всеми объектами управления.

Таким образом, создание комплексной автоматизированной системы управления качеством подготовки в нестабильных горно-геологических условиях горных предприятий определяет **актуальность** проводимых исследований.

Целью работы является повышение эффективности внутрикарьерного управления качеством руды с использованием новых информационных технологий при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте.

Основная идея работы заключается в создании и использовании усреднительных систем, обеспечивающих автоматизированное управление процессом формирования внутрикарьерных рудопотоков и стабильное качество отгружаемой руды.

Объектом исследования является автоматизировано управляемый внутрикарьерный рудопоток при открытой добыче руд с комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом.

Задачи исследования:

1. Установление закономерностей изменения качественных характеристик внутрикарьерного рудопотоков с использованием автоматизированной системы мониторинга и диспетчеризации горнотранспортных работ.

2. Выявление факторов, обуславливающих эффективное управление качеством внутрикарьерных рудопотоков при автоматизированном мониторинге и диспетчеризации горнотранспортных работ.

3. Разработка программно-методического обеспечения эффективности системы оперативного управления качеством рудопотоков, в рамках автоматизированной системы мониторинга и диспетчеризации горнотранспортных работ на карьерах

Методы исследований включают теорию и практику открытой разработки, обогащения полезных ископаемых, элементы теории принятия решений, теории вероятности и математической статистики, методологию системного подхода к анализу и синтезу при исследовании сложных систем. Анализ и обобщение результатов предшествующих фундаментальных работ в области управления качеством рудопотоков.

Защищаемые научные положения:

1. Эффективное управление качественными характеристиками внутрикарьерного рудопотока достигается в рамках корпоративного управления геотехнологическим комплексом карьера, основанном на автоматизированной системе мониторинга и диспетчеризации горнотранспортных работ.

2. Повышение эффективности управления качественными характеристиками внутрикарьерного рудопотока обеспечивается использованием сочетания планирования горнотранспортных работ с применением имитационного моделирования и оперативного планирования, регулирования внутрикарьерного рудопотока при различных влияющих факторах.

3. Автоматизированная система мониторинга и диспетчеризации горнотранспортных работ, основанная на применении беспроводной системы связи и позиционирования Nanolock, с высокой точностью и оперативностью обеспечивает адекватный порядок и учет отсыпки рудного штабеля, повышение уровня качественных характеристик отгружаемой руды на обогатительную фабрику.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- установлены закономерности изменения качественных характеристик внутрикарьерного рудопотока при различных технологических схемах с использованием новых информационных технологий;

- выявлена роль каждого из влияющих технологических факторов на уровень управления качеством внутрикарьерных рудопотоков;

- обосновано, что для передачи информации в процессе мониторинга и диспетчеризации предпочтительно использование сочетания GPS-технологий и локальной системы самопозиционирования NanoLock, которые обеспечивают повышенную точность и оперативность.

Обоснованность и достоверность выносимых научных положений, выводов и рекомендаций, обобщенных в диссертации, подтверждается исходными натуральными наблюдениями, достаточным объемом лабораторных и натуральных производственных экспериментов, измерениях и опытах на предприятиях АО «Костанайские минералы» и АО «ССГПО».

Научное значение работы заключается в создании внутрикарьерного рудопотока требуемых качественных характеристик на основе новых цифровых технологий.

Практическая значимость работы заключается в разработке автоматизированного формирования рудных штабелей с индивидуальными

качественными характеристиками, составляющих элементов, что обеспечит стабильное качество карьерного рудопотока.

Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследования, проведении лабораторных и промышленных испытаний, натуральных наблюдений и аналитических исследований; разработке технологии управления качественными и количественными параметрами автоматизированной системы мониторинга «Рудопоток» на предприятии АО «Костанайские минералы» и АО «ССГПО».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы и результаты проведенных исследований докладывались автором и получили одобрение на научно-практической конференции в Ташкентском государственном техническом университете (Ташкент, 2014г.), международном научно симпозиуме «Неделя горняка 2015» (Москва 2015.). На предприятиях АО «Костанайские минералы», АО «ССГПО» проведены опытные испытания и апробирован комплекс программно-аппаратных средств. Представление о системе в условиях форсированного индустриально инновационного развития в 2013 году отмечено в конкурсе «Инновационный Казахстан», организованном АО «Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына» заняв третье почетное место.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 14 работ, в том числе одна статья в журнале, входящем в базу «SCOPUS», два зарубежных доклада, четыре статьи в изданиях рекомендуемых КНОН МОН РК, пять докладов на международных конференциях и форумах, одна публикация в вестнике университета Международного бизнеса.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 61 рисунок, 22 таблицы, список использованной литературы из 89 наименований.

Основное содержание работы

Теоретические основы и принципы управления качеством рудопотоков, проблем повышения качества рудного сырья, получили свое развитие в фундаментальных трудах В.В. Ржевского, К.Н. Трубецкого, А.И. Арсентьева, Б.Р. Ракишева, Д.Г. Букейханова, Н.С. Буктукова, В.Л. Яковлева, В.А. Галкина, С.Ж. Галиева, К.К. Жусупова, А.Ф. Цехового, А.А. Лисенкова, И.Б. Табакмана, К.К., А.К. Кобжасова, Д. К. Абдрахмановой и других ученых и специалистов.

Вопросам усреднения или управления качеством вовлекаемых в переработку руд, уделялось всегда большое внимание в горной отрасли. Особое внимание данному направлению уделялось в трудах таких ученых, как В.И.Ревнивцев, И.И. Азбель, П.П. Бастан, М.А.Белов, Ф.Г. Грачев, Л.П. Шулов, Е.И. Ключкин, А.Н. Зарайский, Г.Г. Ломоносов, К.П. Николаев, С.Я. Арсеньев, А.Д. Прудовский, М.В. Васильев, Е.Г. Баранов, Б.М.Воробьев, А.С.Астахов, Р.Д.Мигачев, Н.Я.Лобанов, Л.Я. Смирнова и многих других.

В первой главе приведен анализ современного состояния и перспектив развития теории и практики открытых горных разработок в Казахстане и за рубежом, проведен сравнительный анализ существующих технологий усреднения железных асбестовых руд. Рассмотрен конкретный вариант на примере АО «Костанайские минералы» и АО «ССГПО».

Решение проблемы повышения эффективности организации горных работ, рассматривается как решение целого комплекса задач, связанных с развитием методов автоматизированного планирования, управления, цифровизации и оптимизации как отдельных процессов, так и их совокупности.

Способ усреднения качественного состава руды, применяемый на рассмотренных предприятиях осуществляется в несколько этапов: первый этап календарное планирование добычных работ в режиме усреднения. Второй этап связан с изменением интенсивности нагрузки на добычные забои путем регулировкой производительности добычных экскаваторов. Данный способ дает возможность сглаживать среднечастотные и отчасти высокочастотные колебания качественного состава добываемой руды, поэтому может применяться при усреднении руды на карьере, как способ выравнивания неоднородности качественного состава добываемой руды. Третий - основной этап усреднения качественного состава рудного сырья на складах, имеет преимущество, заключающееся в том, что может быть применен для любых горно-геологических условий, позволяет добиваться конечного усреднения на карьерном переделе.

Усреднение рудного сырья на рудниках в настоящее время ведется недостаточно эффективно. На карьерах внимание обращается на среднее содержание в руде и не контролируется жестко его колебания, отсутствуют эффективные системы управления качеством руды.

Основной таких систем должна быть оперативная информация о качестве руды, вовлекаемой в обогащение на всех этапах ее усреднения, включая опробование рудного массива для целей перспективного, текущего и оперативного планирования горных работ, опробование добытой руды на рудоподготовительных складах карьерного и обогатительного передела. Однако разработанные в настоящее время методы и аппаратура, позволяющие производить экспресс-анализ качественного состава руды не создают адекватных условий для эффективного управления рудопотоками, которое должно осуществляться в режиме реального времени.

Для выработки общего методического подхода к оценке эффективности управления процессом подготовки необходимо абстрагироваться от важных, но случайных факторов, таких как: аварийные остановки добычных экскаваторов, перебои в транспортной системе, изменчивость качества руды в недрах и не подтверждение разведанных запасов.

Целесообразно опираться на системы планирования, алгоритмы управления качеством добываемого сырья, основанных на данных детальной разведки.

Данная методика апробирована на предприятиях АО «Костанайские минералы», АО «ССПО» с «Автоматизированной корпоративной системой управления геотехнологическим комплексом», включающей обобщение и совершенствование существующих методик планирования качественных показателей полезного ископаемого, создается возможность применения для управления качеством не только ранее полученных данных детальной разведки, но и оперативных о качестве подаваемой руды на фабрику. Это позволяет вносить корректировку в технологические операции добычи, стабилизации и последующего повышения качества добываемой руды; рассчитать средние

величины показателей качества; разработать рекомендаций по повышению и стабилизации качества руды.

В этих целях разработана методика разделения штабеля на сектора и блоки. Параметры внутрикарьерных перегрузочно-усреднительных складов (ВПУС) на предприятии приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры внутрикарьерного перегрузочно – усреднительного склада.

№	Параметры	Принятые величины	Их обозначение
1	Высота приямка на ВПУС, м	6	h
2	Ширина приямка по низу на ВПУС, м	24	Вн
3	Ширина приямка по верху, м	30	Вв
4	Длина фронта разгрузки на складе, м	70	L
5	Угол откоса приямка на ВПУС, градус	55	α

Для более оперативного управления качеством рудного сырья ширина фронта разгрузки в зоне формирования штабеля, равная 70метрам, разбита на три сектора разгрузки.

Вместимость одного сектора, с учетом принятого коэффициента объемного веса по складу рассчитана по формуле:

$$V = L \cdot B \cdot h \cdot \gamma_{o.c.} \quad (1)$$

где L - длина сектора; B - ширина сектора; h - высота сектора; γ - коэффициент объемного веса на складе.



Рисунок 1. Схема к обоснованию вместимости сектора.

Объем руды, разгружаемый одним автосамосвалом можно назвать единичным объемом. Исходя из средней грузоподъемности автосамосвала на предприятии, при заполнении одного сектора необходимо в нем разгрузить 24

автосамосвала. Сектор состоит из 4 блоков. Блок образуется по мере наращивания объемов разгруженной руды. Схема формирования блока представлена на рис. 2.

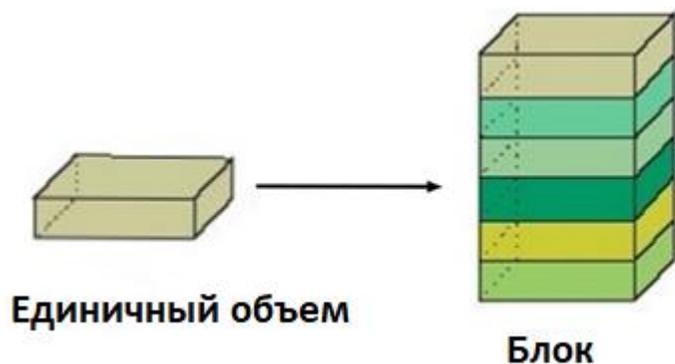


Рисунок 2. Этапы формирования конечного блока.

Вместимость сектора позволяет разместить 4 блока; ширина – толщина блока определяется по формуле:

$$V = V * \sin \alpha (h * a) \quad (2)$$

где h-высота штабеля α - угол естественного откоса руды, V- вместимость кузова автосамосвала a- ширина кузова автосамосвала. Блок формируется из 6 единичных объемов. Формирование сектора представлено на рис. 3.

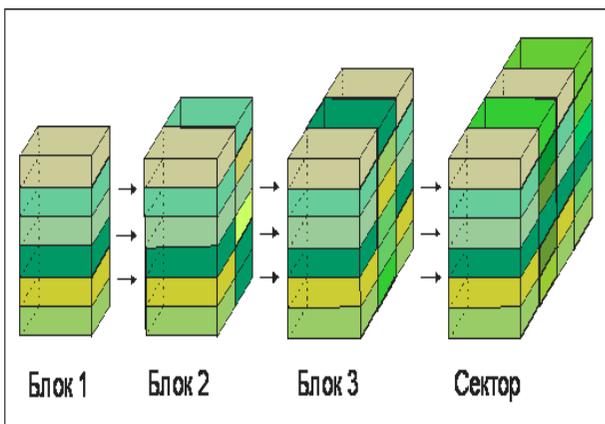


Рисунок 3. Этапы формирования конечного сектора рудного штабеля на перегрузочном складе.

Изложенный порядок формирования блоков и секторов в штабеле рудного склада при реализации мониторинга качественных характеристик рудопотоков удовлетворяет всем необходимым требованиям технологий штабелирования и

усреднения на перегрузочном складе. Исходя из реальных условий конкретного карьера рассмотрено шестислойное блочно-секторное формирование штабеля.

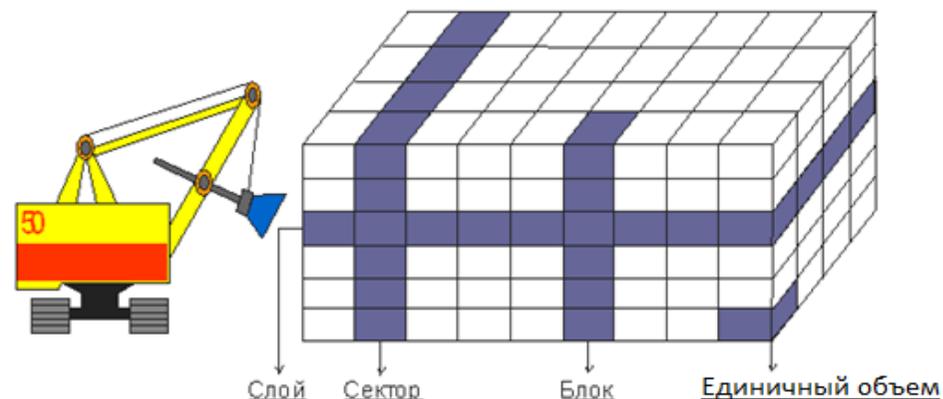


Рисунок 4. Шестислойное блочно-секторное формирование штабеля с выделением компонентов.

Порядок формируемого штабеля из управляемых блоков и секторов полностью соответствует фактической организации горнотранспортных работ. Следует отметить, что при предлагаемом формировании штабеля считается, что горизонтальные и параллельные его слои формируются путем последовательной горизонтальной отсыпки блоков по диагонали перегрузочного склада, в то время как фактически, штабель формируется преимущественно из наклонных слоев, которые в начале отсыпки корректируются параметрами дна перегрузочного склада, а в конце выравнивается бульдозерами. Однако в предельном положении сектора в штабеле, в обоих случаях, среднее значение контролируемых качественных характеристик будет практически одинаковым, так как порядок и последовательность отсыпки руды автосамосвалами будут идентичными.

Во второй главе рассматривается вопрос управления качеством внутрикарьерных рудопотоков в рамках системы автоматизированного мониторинга и диспетчеризации горнотранспортных работ. В соответствии с предложенной методикой описан порядок учета факторов, обуславливающих эффективное управление качеством внутрикарьерных рудопотоков.

В рамках поставленных задач разработано программно-методическое обеспечение АИС «Рудопоток». Частично внедрена концепция технологии управления процессом рудоподготовки и соответствующее цифровое программно-техническое сопровождение (рисунок 5).

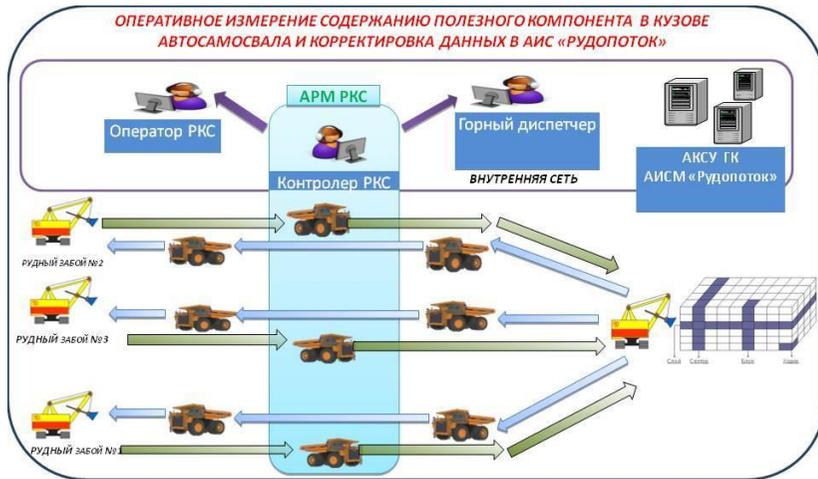


Рисунок 5. Программно-методическое обеспечение АИС «Рудопоток».

Для эффективного регулирования процессом качества рудного сырья обеспечивается наблюдение в режиме реального времени за объектами управления в частности за горнотранспортными системами. Применительно к горнотранспортным системам были получены данные о следующих параметрах:

1. Местонахождение транспортных средств и выемочно-погрузочного оборудования в дискретные моменты времени $(X; Y; Z; t)$;
2. Технические и технологические параметры транспортных средств и выемочно-погрузочного оборудования (качество перевозимой руды, количество руды в кузове, расходе топлива и т.п.).

На рис. 6 представлена схема информационных потоков при использовании программно-технического решения.

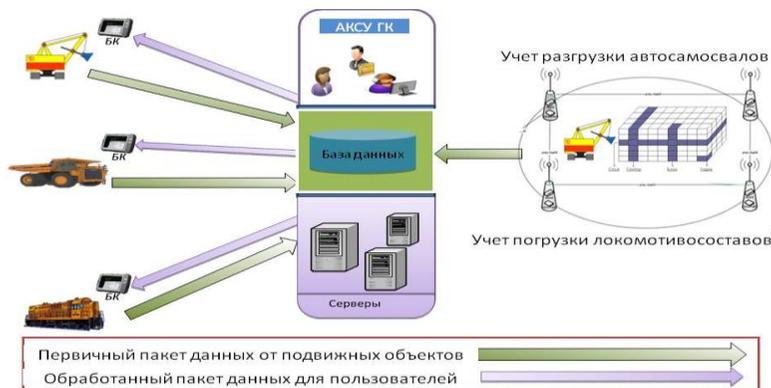


Рисунок 6 Схема информационных потоков.

Помимо обеспечения наблюдения за объектами была предусмотрена возможность диспетчеру вмешиваться в ход выполнения работ двумя способами: посредством голосовой связи и оперативным пояснением происходящих событий.

Основой созданного программно-технического обеспечения является технические платформа Nanotron и приборы Mesh-сети.

Оснащение технологического оборудования программно-техническим обеспечением позволило с достаточной точностью в реальном масштабе времени определить местоположение и скорость каждой единицы работающей техники. На рис. 7 представлена сетевая инфраструктура с локальной системой навигации на базе беспроводной Mesh-сети и специальных технических средств Nanotron.

Для обеспечения наблюдения за объектами использована специализированная система связи и специальные технические средства с локальной навигационной системой. Для выполнения остальных требований системы было разработано специальное программное обеспечение.

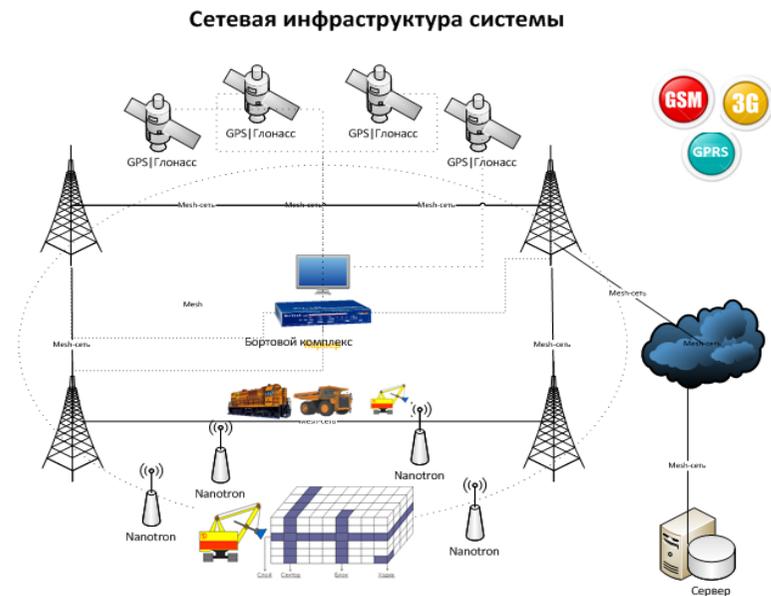


Рисунок 7. Сетевая инфраструктура применяемых технических средств

В рамках разработки концепции связи спроектирована гибридная телеметрическая технология связи RTLS, сочетающая применение беспроводной промышленной Mesh-сети и программно-технических средств системы NanoLoc с высокоточным определением местоположения мобильного оборудования и людей. На рис.8 представлена структура комплекса программно-технических средств разработанной системы.

К основным технологическим преимуществам такой телеметрической гибридной технологии при комбинированном и открытом способе разработки месторождений можно отнести:

- единую инфраструктуру голосовой связи, позиционирования техники и персонала, передачи данных на стационарные и мобильные объекты;
- возможность интеграции различных технических решений (программу производственного планирования с учетом результатов производственного контроля; ведение единых актуальных справочников в единой системе; системы оперативного формирования нарядов на ремонт и заказ запчастей по сообщению о поломке и пр.).

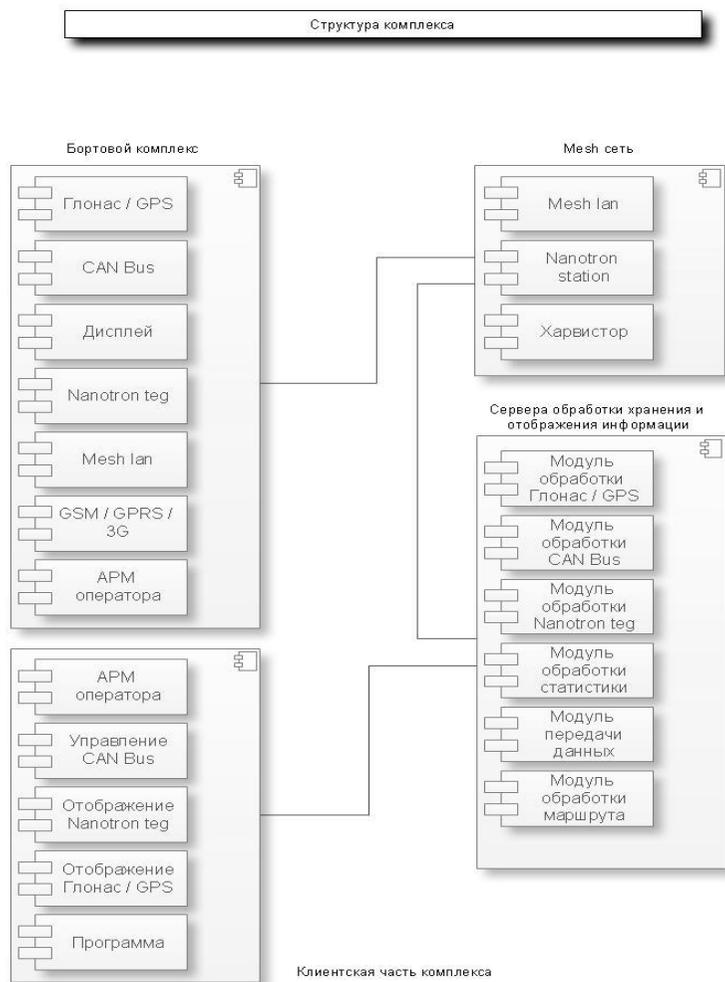


Рисунок 8. Структура технического обеспечения.

Программно-аппаратный комплекс разработанной системы разделён на три основные составляющие: сетевая инфраструктура и каналы передачи данных, серверная часть, клиентская часть.

Сетевая инфраструктура - представлена из отказоустойчивой, с бесшовным роумингом, и множественными шлюзами Mesh (сенсорной, ячеистой) сети на основе оборудования Wi-Fi в частотном диапазоне 2,4 - 5Гц.

Канал GSM/GPRS/3G входит в состав бортового комплекса и используется как резервный канал связи при добыче открытым способом. GSM/GPRS/3G может осуществлять одностороннюю передачу данных с бортового комплекса на сервер.

Обоснование выбора основного и резервного вида связи: Mesh сеть позволяет осуществлять двухсторонний обмен данных между сервером и бортовым комплексом подвижного транспорта и прочим оборудованием. Отказоустойчивость, скорость передачи данных, равномерность покрытия и надёжность (возможность использовать несколько шлюзов) делает её универсальным средством для передачи данных на подвижные объекты.

Система высокоточного позиционирования на основе Nanotron выбрана для высокоточного позиционирования процесса разгрузки и формирования рудного штабеля на перегрузочно-усреднительных складах и является подсистемой локального позиционирования подвижных объектов.

Серверная часть системы условно разделена на сервер сбора и хранения данных, сервер обработки данных и сервер формирования отображения данных.

Клиент – серверная технология приёма, обработки и отображения данных является наиболее используемой в промышленности за счёт её надёжности.

В данном случае есть возможность визуализации серверов на основе бесплатных и открытых систем виртуализации, что в свою очередь значительно сократит время восстановления в случае сбоя работы серверного оборудования.

Клиентская часть состоит из устройств приёма, отображения данных и системы управления. Бортовой комплекс состоит из устройств сбора информации и устройств отображения информации, так же устройств питания и сопряжения с Mesh сетью.

Клиентская часть комплекса АРМ оператора состоит из системы управления, хранения и отображения информации.

Программно-аппаратный комплекс построен по модульной структуре и представляет четыре логических устройства, которые в свою очередь можно разделить на составляющие.

Передача данных с бортового комплекса на сервер и с сервера на бортовой комплекс осуществляется посредством Mesh-сети(рис.9). Такое решение позволяет производить двухсторонний обмен данных с подвижными объектами с большой скоростью и высокой надёжностью.

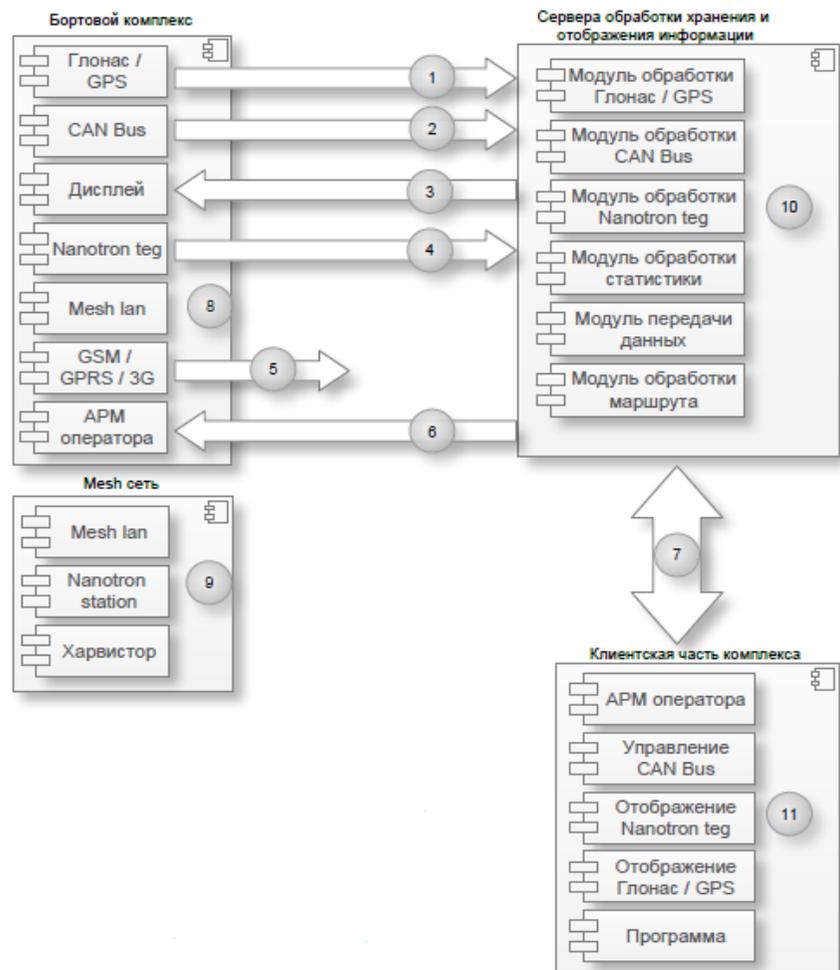


Рисунок 9. Средства и способы связи программно-технического обеспечения

В комплексе технических средств применены следующие аппараты передачи данных, в состав которых входит:

- Передача координат (Глонас/GPS);
- Передача данных CAN BUS;
- Передача данных на монитор бортового комплекса;
- Передача данных координат от сети Nanotron;
- Передача данных через резервный канал 3G/GPRS;
- Передача данных на бортовой комплекс;
- Обмен данными между серверной частью и Клиентской частью АРМ;

- Mesh сеть, отказоустойчивую высокоскоростную связь с подвижными объектами и сервером;
- Серверная часть приема / передачи и обработки информации.
- Клиентская часть комплекса.

Использование концепции Mesh сети позволило в зоне покрытия устанавливать любые информационные и сигнализационные устройства. Технология Nanotron дала возможность точно позиционировать внутрикарьерный перегрузочный склад с отображением на экране не только управления предприятия, но и диспетчера.

Таким образом, в период разработки опытного образца программно-технического обеспечения, определена специфика программно-технических средств и найдены источники приобретения подходящего программно-аппаратного обеспечения Nanatron (Германия), приборов Mesh связи (Россия), промышленных мониторов для бортовых комплексов.

На базе предлагаемого блочно-секторного способа усреднения руды, программно-методической и цифровой технической платформы на предприятии АО «Костанайские минералы» осуществлено планирование качественных характеристик внутрикарьерного рудопотока на всех этапах горных работ.

На основе проведенных исследований создано методическое обеспечение оперативного управления качественными характеристиками внутрикарьерного рудопотока (рис. 10).

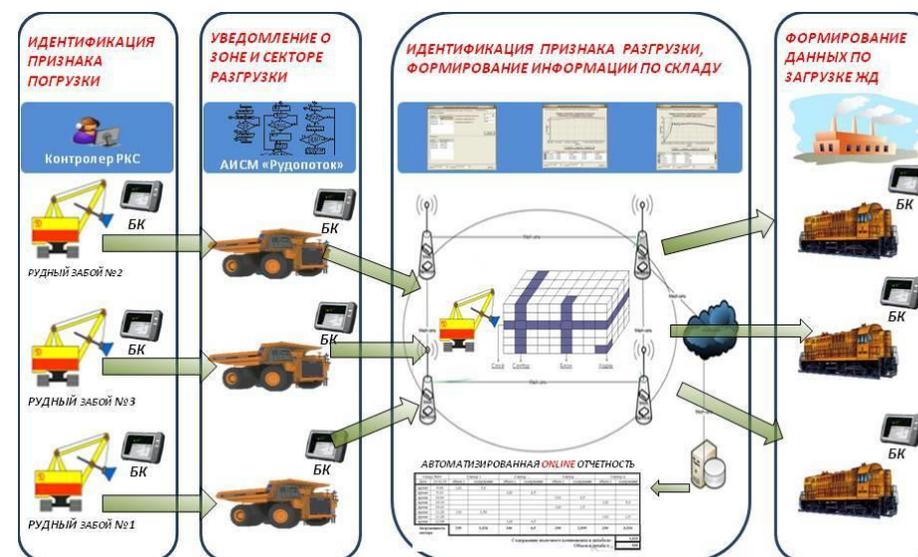


Рисунок 10. Методическое обеспечение оперативного управления качественными характеристиками внутрикарьерного рудопотока.

В третьей главе диссертации описаны результаты проведенной оценки эффективности системы автоматизированного управления качеством рудопотока на карьерах в сопоставлении с классическим способом усреднения.



Рисунок 11. Колебания фактического содержания полезного компонента при различном блочно-секторном формировании штабеля

Экономический эффект от применения предлагаемой методики современного цифрового программно-технического решения складывается из двух составляющих и определяется по формуле:

$$E = E_1 + E_2, \text{ тыс. тг.},$$

где E_1 - экономический эффект от уменьшения отходов в хвостах обогатительных фабрик, тыс. тг.; E_2 - экономический эффект от уменьшения затрат на переработку пустой породы, тыс. тг.

Экономический эффект от уменьшения отходов в хвостах обогатительных фабрик вычисляется по формуле:

$$E_1 = Q \cdot K_e \cdot C, \text{ тыс. тг.},$$

где Q - количество отходов в хвостах обогатительных фабрик, т; K_e - коэффициент извлечения; C - оптовая цена 1 тонны товарной продукции, тыс. тг./т.

Экономический эффект от уменьшения затрат на переработку пустой породы на обогатительном переделе вычисляется по формуле:

$$E_2 = C_1 \cdot (V_{n.n.} + V_{n.p.}) = C_1 \cdot (V_{общ} - V_{к.р.}), \text{ тыс. тг.},$$

где C_1 - себестоимость переработки 1 т горной массы на обогатительной фабрике, тыс. тг./т; $V_{n.n.}$ - количество пустой породы в обогатительном переделе,

$V_{n.p.}$ - количество некондиционной руды в обогатительном переделе, т; $V_{общ}$ - общее количество горной массы в обогатительном переделе, т; $V_{к.р.}$ - количество кондиционной руды в обогатительном переделе, т.

Годовой сравнительный экономический эффект от производства товарного асбеста 3-6 групп после усреднения на обогатительном переделе качества асбестовых руд по предлагаемой методике вычисляется по формуле:

$$E_{год} = \Pi_{бл.} - \Pi_{кл.}, \text{ тыс. тг.},$$

где $\Pi_{кл.}$ - годовая прибыль предприятия, получаемая при классическом методе усреднения руды, тыс. тг.; $\Pi_{бл.}$ - годовая прибыль предприятия, получаемая при блочно-секторном усреднении руды, тыс. тг.

Годовая прибыль предприятия вычисляется по формуле:

$$\Pi = (C - C) \cdot V_{год}, \text{ тыс. тг.},$$

где C - себестоимость производства 1 тонны, тыс. тг./т; $V_{год}$ - годовой объем производства товарного асбеста 3-6 групп, тыс. т.

Таким образом, предложенным способом усреднения на основе современной цифровой информационной технологии возможно осуществлять динамичное оперативное планирование при блочно-секторном усреднении их качественных характеристик и производить своевременное управление процессом усреднения. Ожидаемый минимальный эффект от применения предлагаемых разработок применительно к рассматриваемым карьерам составляет максимально 574 млн. тг. в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе изложены научно обоснованные результаты по созданию новой технологии автоматизированного усреднения асбестовых руд посредством блочно-секторного формирования рудного штабеля. Они представляют собой решение важной прикладной задачи – обеспечение требуемого качества отгружаемой руды с использованием информационных технологий.

Основные научные результаты заключаются в следующем:

1. С использованием новых цифровых технологий установлены закономерности изменения качественных характеристик внутрикарьерного рудопотока при различных технологических схемах извлечения рудной массы из забоев.

2. Разработан новый блочно-секторный способ формирования рудных штабелей с фиксацией координирующей размещения каждого единичного объема блока с определенными качественными характеристиками. Они заносятся в бортовой компьютер машиниста экскаватора при погрузке руды в транспортные сосуды.

3. Одним из актуальных и эффективных направлений совершенствования систем управления процессами рудоподготовки на открытых разработках является их цифровизация, которая обеспечивает адекватную связь между элементами горно-технологического комплекса и существенно повышает уровень оперативности и обоснованности принимаемых решений.

4. Интеграция глобальных и локальных систем позиционирования основного горного и транспортного оборудования с автоматизированными системами диспетчеризации создает новые возможности в развитии технологии формирования рудного штабеля на внутрикарьерных усреднительных перегрузочных складах.

5. Секторное формирование рудного штабеля создает базу для равномерного распределения качественных показателей руды. При условии приведения в соответствие ширины, длины и высоты формируемых секторов с объемами полезной массы локомотивосоставов, достигается равномерное распределение качественных характеристик руды на приемных бункерах обогатительной фабрики.

6. Автоматизированное управление процессом рудоподготовки через внутрикарьерные усреднительные перегрузочные склады с аккумулярованием некондиционных руд на дополнительных рудных складах позволяет нейтрализовать такие факторы, как нестабильная горно-геологическая ситуация в карьере, сбой в работе погрузочного экскаватора на основном усреднительном складе руды и обеспечивает бесперебойную работу обогатительной фабрики.

7. При блочно-секторном формировании рудных штабелей с учетом реальных горно-геологических условий повышается эффективность планирования требуемого рудопотока.

8. Использование предложенных мероприятий дали возможность снизить потери полезного компонента при транспортировке и повысить его извлечение на обогатительной фабрике.

9. Программно-технический продукт может быть распространен на другие предприятия без изменения разработанных технологий управления качеством минерального сырья. Он позволит интегрировать работы по планированию и управлению предприятием в единый адаптированный цифровой формат работы горнодобывающего предприятия.

Результаты выполненных научно-исследовательских работ по формированию требуемого рудопотока позволили разработать и успешно внедрить на АО «Костанайские минералы», «Оренбургские минералы» и АО «ССГПО» технологию управления качества усреднения хризотил-асбестовых руд перед процессом обогащения, с реальными рекомендациями с суммарным экономическим эффектом 574 млн. тенге.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих трудах:

1. Ракишев Б.Р., Галиев С.Ж., Галиев Д.А., Автоматизация процесса рудоподготовительных работ с комбинированным видом транспортировки в условиях добычи открытым способом. Сборник трудов международной научно-технической конференции «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли» Ташкент 2014г. ТОМ I 2014г. С 9 – 16.

2. Галиев С.Ж. Галиев Д.А. Автоматизация процессов планирования и управления на предприятиях горнодобывающего комплекса как фактор

устойчивого развития. II горнопромышленный форум стран СНГ по устойчивому развитию Астана 2014г. С68 – 75.

3. Галиев С.Ж., Нарыбаев М.К., Галиев Д.А. Автоматизация мониторинга внутрикарьерных выбросов и степени загрязненности карьерного пространства. II горнопромышленный форум стран СНГ по устойчивому развитию Астана 2014г. С83 – 89.

4. Галиев С.Ж., Нарыбаев М.К., Галиев Д.А., К вопросу экологического контроля и online – мониторинга на карьерах. Научно-техническое обеспечение горного производства. Том 86. г.Алматы 2014г. с233-240.

5. Галиев Д.А., Фарахов К.А. Проведение испытаний способа блочно-ориентированного усреднения в лабораторных и промышленных условиях. Научно-техническое обеспечение горного производства. Том 86. г.Алматы 2014г. с267-271.

6. Rakishev B.R., Galiev D.A.. Optimization of the ore flow quality characteristics in the quarry in road-rail transport. Metallurgies and mining industry, 2015, No.4 P.356-362

7. Ракишев Б.Р., Галиев С.Ж., Галиев Д.А., Утешов Е.Т.. Повышение эффективности внутрикарьерного управления качеством руды с использованием новых информационных технологий. Горный журнал Казахстана г.Алматы 2015 г. № 12. С. 36-40

8. Канагатова А.А., Сандибеков М.Н., Галиев Д.А. Оптимизация работы экскаваторно-автомобильного комплекса методом имитационного моделирования. Международная практическая конференция Абишевские чтения 2016 "Инновации в комплексной переработке минерального сырья. г. Алматы с131-137.

9. Galiyev S., Samenov G., Zhusupov K., Galiyev D.. Conception of automated management geotechnological complex an innovative base. 24th world mining congress, MINING IN A WORLD OF INNOVATION, October 18-21 2016 Rio de Janeiro/RJ, Brazil? P.97 – 107.

10. Галиев Д.А., Утешов Е.Т.. Автоматизированный способ повышения стабильности качества сырья для глубоких карьеров с комбинированным транспортом. ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА, Алматы 2017 г. № 7, с29 – 32

11. Галиев Д.А., Малдынова А.В. Научно-инновационная активность в Казахстане: мультипликатор инноваций. Международная научная конференция «Устойчивое развитие Центральной Азии: новые перспективы и направления для исследований». г. Алматы 2017 год. с100-109

12. Galiyev D.A., Maldynova A.V. Features of marketing research in the industrial market. Вестник Университета Международного Бизнеса. г.Алматы Выпуск №2 (44), 2017. с40-46.

13. Малдынова А.В. Галиев Д.А. Устемирова А.Д. Роль маркетинга в процессе продвижения инновационного продукта на промышленном рынке. Сборник Международной научной конференции «Достижение устойчивого экономического роста Казахстана в период глобального кризиса» г. Алматы 16 Февраля 2017 с19 – 22

14. Ракишев Б.Р. Галиев Д.А. Цифровизация процесса рудоподготовки на карьерах с автомобильно-железнодорожным транспортом. Горный журнал Казахстана, г.Алматы 2018 г. , №4 с6-9.