

ров. С учетом относительно небольшой массы и расхода воздуха, потребляемого перфораторами, весомость показателей экономного использования материалов и энергии для данных машин имеет наименьшую величину. Поэтому для перфораторов увеличение комплексного показателя технического уровня и качества при снижении шума до нормативной величины является наибольшим, или при доведении показателя шумобезопасности горных машин до нормативных требований максимальное увеличение комплексного показателя может достигать 25%.

Реализация такого увеличения показателя возможна при использовании наиболее эффективных средств улучшения шумовых характеристик горных машин, прежде всего звукоизолирующих кабин. Другие средства должны обеспечивать снижение шума не менее чем на 10 дБА, а при меньших величинах снижения шума повышение технического уровня и качества горных машин обеспечивается при улучшении показателя шумобезопасности в сочетании с другими составляющими комплексного показателя изделий.

**Таким образом,** улучшение шумовых характеристик подземных горных машин обеспечивает повышение их технического уровня до 25 %. Увеличение комплексного показателя технического уровня и качества является фактором повышения конкурентоспособности горной техники на мировых рынках сбыта в современных экономических условиях.

#### *Список литературы*

1. Лукьянов В.Г. Взрывные работы: учебник для вузов / В.Г. Лукьянов, В.И. Комащенко, В.А. Шмурыгин. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 402 с.
2. Борьба с шумом на производстве: справочник / под общ. ред. Е.Я. Юдина. - М.: Машиностроение, 1985. - 400 с.
3. Прохоров Ю.К. Управление качеством: учебное пособие / Ю.К. Прохоров. - СПб: СПбГУИТМ, 2007. - 144 с.
4. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции: РД 50-149-79. - М.: Издательство стандартов, 1979. - 124 с.
5. Методика оценки технического уровня и качества. Оборудование горношахтное: ОСТ 24.008.62-83. - Минтяжмаш СССР, 1984. - 58 с.
6. Перфораторы пневматические, установки бурильные переносные и пневмоподдержки. Номенклатура показателей: ОСТ 24.071.03-84. - М.: Минтяжмаш СССР, 1984. - 10 с.
7. Справочник по техническому нормированию подземных горных работ шахт Криворожского бассейна / В.Н. Ладожинский, П.В. Саламатов, С.И. Прадюх и др. - М.: Недра, 1974. - 344 с.

Рукопись поступила в редакцию 02.02.12

УДК 651.82.681.324

В.М. НАЗАРЕНКО, докт.техн.наук, проф., С.М. ШОЛОХ, канд.техн.наук  
ДВНЗ «Криворізький технічний університет»

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ШИХТИ НА КАР'ЄРІ ЗАЛІЗОРУДНОГО ГЗК**

Наведено параметри та функції проекту розроблення інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості шихти на кар'єрі залізрудного ГЗК.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Метою проекту розробки інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості сировини на залізрудному комбінаті є удосконалення системи забезпечення якості шихти на пунктах розвантаження - найкращої за якісними показниками (мінімум відхилення від планових показників) з найменшою вартістю (мінімум витрат на транспортування руди) при виконанні планових показників роботи вантажного обладнання (вихід екскаваторів на проектні контури). Для виконання мети проекту відбувається формування інформаційно-аналітичних моделей з визначення параметрів роботи вантажно-транспортного комплексу кар'єру; управління роботою кар'єру на базі розроблених моделей здійснюється виробничим відділом кар'єру гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) та диспетчером, які використовують геологічну, маркшейдерську та технічну інформацію. Проект обмежений в часі інтервалом, який потрібен для адаптації розроблених моделей до умов роботи певного гірничо-збагачувального комбінату.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Проект як система діяльності існує стільки часу, скільки його потрібно для отримання кінцевого результату – стабільної роботи інформаційно-

аналітичної системи для забезпечення руди на пунктах розвантаження кар'єру ГЗК певної кількості та якості [1].

З точки зору системного підходу проект по розробці інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості рудної сировини розглядається як процес переходу від сучасного стану процесу формування руди на окремих пунктах розвантаження (відомої якості, відомої кількості) (початковий стан) до автоматизованої системи управління роботою вантажно-транспортного комплексу кар'єру при врахуванні низки обмежень (співвідношення руди за збагачувальністю, вміст шкідливих домішок тощо) та параметрів різноманітних механізмів (продуктивність екскаватора, загальна вантажопідйомність автосамоскидів) [2].

**Постановка завдання.** Розробка інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості сировини є одноразовою нециклічною діяльністю. Головним чином це обумовлено різноманітністю умов, в яких працюють гірничо-збагачувальні комбінати: умови залягання рудних покладів; система розробки родовища корисних копалин; геологічна будова родовища; обладнання, яке використовується на кар'єрі; інформаційні зв'язки між службами ГЗК тощо. Крім того, майже завжди існує декілька варіантів отримання кінцевої продукції кар'єру - руди на пунктах розвантаження. Ці фактори обумовлюють необхідність у розробці та впровадженні такого проекту, як інформаційно-аналітична система забезпечення якості залізорудної сировини, що надходить на подальшу переробку з кар'єра на фабрики гірничо-збагачувального комбінату.

**Викладення матеріалу та результати.** За означенням, проект - деяка задача з певними вихідними даними та потрібними результатами (метою), що обумовлюють спосіб її вирішення. В даному випадку задачею є розробка ефективної системи управління перевезенням автосамоскидами руди певної кількості та якості при заданих даних про об'єми та якість руди, що можна отримати із забоїв та одержання шихти на пунктах розвантаження шляхом накопичення та змішування рудної маси від екскаваторів.

Проблемою проекту є отримання шихти потрібної якості та кількості.

Засоби реалізації проекту - застосування методів оптимізації для управління транспортуванням руди від забоїв до пунктів розвантаження певним чином, що призводить до отримання найкращих технологічних, економічних та технічних показників роботи кар'єра.

Результат проекту - стабільна робота інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості руди на пунктах розвантаження, що надходить на подальшу переробку на дробарні, збагачувальні та агломераційні процеси.

Даний проект пов'язується з короткотерміновою метою, але є частиною загального проекту розробки родовища корисних копалин.

Життєвий цикл проекту містить наступні фази:

#### 1. *Передінвестиційна фаза.*

Аналіз можливостей запровадження інформаційної системи для управління роботою вантажно-транспортного обладнання (збір інформації від забоїв, наявність цифрової моделі родовища).

Попередня оцінка: забезпеченість відділів гірничо-збагачувального комбінату обчислювальною технікою, інформаційними геолого-маркшейдерськими масивами, системою зв'язку між відділами кар'єру.

Оцінка: розподіл вантажопотоків, визначення значень критеріїв ефективності, сумарних грошових витрат ефективної роботи вантажно-транспортного комплексу.

Доповідь про можливості: захист перед керівництвом ГЗК (інвестором) сформованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості шихти.

Планування: визначення необхідної кількості автоматизованих робочих місць, оцінка ймовірності виконання плану перевезень (ризик).

Організація фінансування: здійснюється безпосередньо службами ГЗК.

#### 2. *Інвестиційна фаза.*

Переговори та укладання контрактів: визначення параметрів інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості шихти.

Будівництво: оснащення диспетчерських та виробничого відділу кар'єру програмним забезпеченням, оснащення обладнання системами зв'язку.

Навчання: персоналу виробничого відділу, диспетчерів користуванню автоматизованими робочими місцями.

## 3. Експлуатаційна фаза.

Прийомка та запуск: розподіл автосамоскидів по забоям, призначення та постановка екскаваторів для технічного обслуговування та ремонту (ТОіР).

Виробництво: перевезення готових до виймання запасів від забоїв до пунктів розвантаження, корекція планових показників під час роботи вантажно-транспортного комплексу.

Заміна обладнання: проведення ТОіР вантажного обладнання.

Завершення проекту: підрахунок фактичних показників роботи кар'єра - технологічних, економічних, технічних.

До функцій управління проектом належать:

1. Планування: збір інформації, складання структури та параметрів інформаційно-аналітичної системи, передача завдань до виконавців, визначення необхідної кількості обчислювальної техніки та систем зв'язку, оцінка вартості обладнання та його монтажу, складання графіків проведення робіт, визначення значень критеріїв, оцінка ризиків, планування поставок.

2. Контроль: облік попередніх вантажопотоків, пілотне прогнозування продуктивності екскаваторів, пробне визначення термінів проведення технічного обслуговування і ремонтів екскаваторів.

3. Аналіз: попередній та контрольний аналіз об'ємів, якості, вартості, ресурсів.

4. Прийняття рішень: ступінь необхідної деталізації, можливості формування вантажопотоків, ефективність визначення термінів ТОіР, складання графіку роботи кар'єра.

5. Складання та супровід бюджету проекту: визначення економічних показників та переобчислення їх при коригуванні роботи вантажно-транспортного комплексу кар'єру.

6. Організація здійснення.

7. Моніторинг: обробка даних про отримані якісні та кількісні показники шихти на пунктах розвантаження.

8. Оцінка: обчислення показників ефективності роботи кар'єра.

9. Звітність: звіти про фактичне формування шихти на приймальних пунктах та економічні показники роботи кар'єра.

10. Перевірка та прийомка: перевірка якості руди в забоях та на вході пунктів розвантаження.

11. Бухгалтерський облік.

12. Адміністрування.

Необхідні підсистеми управління проектом (рис. 1):

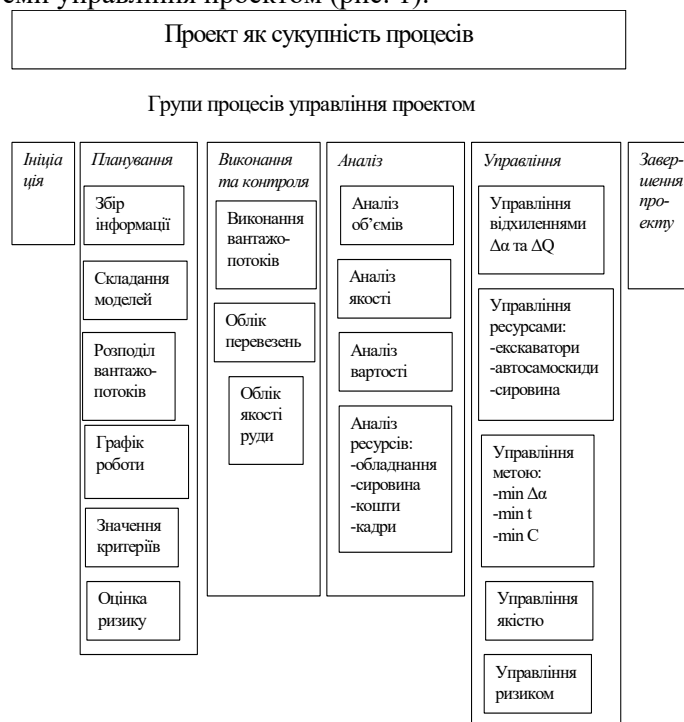


Рис. 1. Класифікація процесів управління проектом розроблення інформаційно-аналітичної системи управління якістю сировини

1. Управління змістом і об'ємами робіт: аналіз та адаптація інформаційних масивів для умов родовища і гірничо-збагачувальних комбінатів.
2. Управління тривалістю: обираються структура інформаційно-аналітичної системи, яка забезпечить об'ємні та якісні показники роботи пунктів розвантаження.
3. Управління вартістю: змінними є витрати на транспортування руди та періодичність проведення ТОіР екскаваторів.
4. Управління якістю: вантажопотоки формуються таким чином, щоб вміст компонентів в результатуючій шихті мінімально відрізнявся від планових показників.
5. Управління закупками та поставками: постачання обчислювальної техніки для апаратного забезпечення інформаційно-аналітичної системи та засобів зв'язку.
6. Управління людськими ресурсами: розподіл нарядів на екскаватори та автосамосвали.
7. Управління ресурсами: розподіл навантажень на екскаватори (управління сировиною); визначення термінів проведення ТОіР (управління персоналом та обладнанням).
8. Управління змінами: перерозподіл вантажопотоків при зміні якісних та кількісних показників руди від забоїв.
9. Управління ризиками: визначення продуктивності екскаватора на основі аналізу статистичних даних; формування вантажопотоків, яке враховує ймовірність виконання планів; призначення термінів ТОіР так, що враховані реальна виробнича ситуація та можливий її розвиток.
10. Управління запасами: визначення об'ємів готових до виймання запасів руди, що підлягають відвантаженню.
11. Інтеграційне управління: управління технологічними, економічними та технічними параметрами формування вантажопотоків.
12. Управління інформацією та комунікаціями: передача нарядів водіям та машиністам для забезпечення сформованих вантажопотоків.

Підготовку стратегії проекту умовно поділяють на три послідовні процедури (рис. 2).

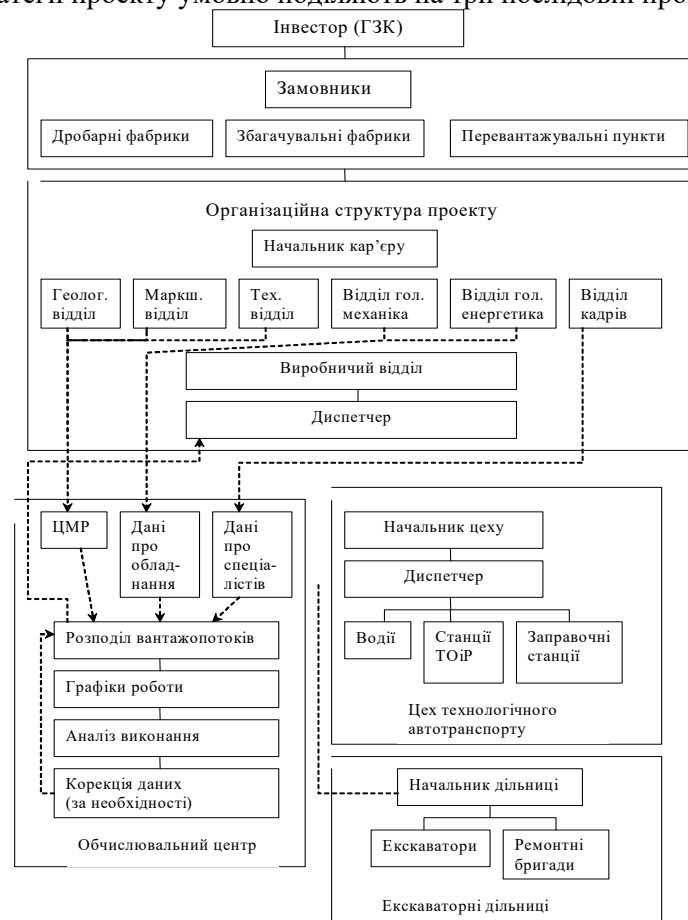


Рис. 2. Організаційна структура проекту розроблення інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості сировини

1. Стратегічний аналіз починається з аналізу зовнішнього та внутрішнього середовища.

Фактори зовнішнього середовища:

технологічні: екскаватори, автосамоскиди, ведення гірничих робіт (у т.ч. забезпеченість шляхами);

ресурсозабезпеченість: забезпечення обчислювальною технікою та засобами зв'язку, кваліфіковані спеціалісти;

обмеження державного сектора: обмеження гірничої інспекції на об'єми гірничої маси, що підготовлені до виймання;

економічні;

соціальні;

політичні;

екологічні;

конкуренти.

Фактори внутрішнього середовища:

цільові ринки: проект забезпечує формування вантажопотоків для постачання сировини необхідної якості щодо роботи дробарних, збагачувальних та агломераційних фабрик ГЗК;

виробництво: графік роботи екскаваторів формується за допомогою математичних моделей функціонування вантажно-транспортного комплексу кар'єру;

персонал: оператори ЕОМ, спеціалісти виробничого відділу, спеціалісти відділів головного механіка та енергетика, маркшейдерського, геологічного та технічного відділів кар'єру ГЗК;

дослідження та розробка НДДКР: формування даних для обчислень параметрів математичних моделей розподілу вантажопотоків, визначення термінів проведення ТОіР, визначення продуктивності екскаваторів;

фінанси: виділені кошти для проведення модернізації обчислювальної техніки та засобів зв'язку; кошти для адміністративних витрат;

номенклатура продукції: графіки роботи вантажно-транспортного комплексу кар'єру на внутрішньомісячному інтервалі.

2. Розробка стратегії здійснюється на трьох різних організаційних рівнях:

корпоративна стратегія - стратегія забезпечення замовника інформаційно-аналітичною системою відповідного рівня деталізації (може бути як стратегією зросту, збереження чи скорочення в залежності від загальної стратегії ГЗК);

ділова стратегія: формування вантажопотоків та термінів проведення ТОіР за допомогою математичних моделей;

функціональна стратегія: формування нарядів для роботи екскаваторів та автосамоскидів.

3. Реалізація стратегії.

Результат проекту - стабільна робота інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості руди на пунктах розвантаження, що надходить на подальшу переробку на дробарні, збагачувальні та агломераційні процеси. Про успішність проекту можна судити по тому, наскільки результат відповідає за своїми якісними, вартісними та часовими характеристиками запланованому рівню.

Керовані параметри проекту:

1. Обсяги робіт по різних технологічним одиницям.

2. Вартість перевезення руди.

3. Часові параметри - призначення термінів ТОіР, їхня тривалість та резерви виконання, а також взаємозв'язок їх з формуванням вантажопотоків.

4. Ресурси - призначення навантаження на екскаватори та автосамоскиди, використання фінансових ресурсів на частини та енергію.

5. Якість проектних рішень - точність обчислення продуктивності екскаваторів, кількість критеріїв та обмежень в моделі формування вантажопотоків, ступінь врахування ситуації на кар'єрі при визначенні термінів ТОіР.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Проект та процес його реалізації є складною системою, в якій сам проект виступає як керована підсистема, а керуючою підсистемою є управління проектом. Управління проектом створення інформаційно-аналітичної системи забезпечення якості сировини призводить до створення моделі управління роботою залізрудного кар'єру на тижнево-добово-змінному інтервалі, розробки закономірностей та моделей для ко-

рекування роботи вантажно-транспортного комплексу кар'єру при зміні вхідних параметрів, формування динамічної моделі для визначення оптимальних вантажопотоків та термінів технічного обслуговування і ремонтів обладнання.

#### Список літератури

1. Шапиро В.Д. и др. Управление проектами. - СПб: Два-три, 1996. - 645 с.
2. Ньюэл Майкл В. Управление проектами для профессионалов. Руководство по подготовке к сдаче сертификационного экзамена / Пер. с англ. - М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. - 416 с.

Рукопис подано до редакції 02.02.12

УДК 621.314

Э.С. ГУЗОВ, О.Е. МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доц., А.В. ОМЕЛЬЧЕНКО, ассистент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ДВУХФАЗНОЙ АСИНХРОННОЙ МАШИНЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Изложен сравнительный анализ процессов в двухфазной и трехфазной асинхронной машине. Приведены векторные диаграммы и диаграммы напряжения и тока асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором при холостом ходе, под нагрузкой и в генераторном режиме.

**Проблема и ее связь с практическими задачами.** Эксплуатируемые на шахтах и рудниках Украины двухосные рудничные электровозы оснащены неэффективными и явно устаревшими типами контакторно-резисторных систем управления тяговыми электродвигателями постоянного тока.

**Анализ исследований и публикаций.** В последние годы в Украине возобновились исследования по созданию современных энергоэффективных систем ТЭП, в том числе с традиционными видами трехфазных асинхронных тяговых электрических двигателей (ТАД) [1].

Испытания подтвердили в основном ожидаемую эффективность новых разработок тяговых асинхронных электроприводов (ТАП) для рудничных типов электровозов [2].

Однако, как показали результаты предварительных испытаний, не отходя от определяющих преимуществ ТАП, особенно для условий шахт, необходим дальнейший поиск альтернативных по энергоэффективности и технологичности структур и самих асинхронных электроприводов.

Один из возможных направлений создания таких видов ТАП является электропривод на базе двухфазных ТАД с IGBT-преобразователями [3].

**Постановка задачи.** Исследование электромагнитных процессов в двухфазной и сравнение их с трехфазной асинхронной машиной в тяговом (двигательном) и тормозном (генераторном) режимах работы тяговых электроприводов для условий рудничных электровозов.

**Изложение материала и результаты.** Согласно [4,5] электромагнитные процессы в асинхронной машине (АМ) рассматриваются при следующих допущениях:

обмотки статора трехфазного двигателя соединены в симметричную звезду;  
зазор равномерный;

связь между магнитодвижущей силой и потокоцеплением (поток) – линейная;

распределение магнитного потока обмоток по расточке статора синусоидальное.

При питании асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (АД) симметричным трехфазным напряжением постоянной частоты  $\omega_s$  в нем возникает вращающееся магнитное поле. Это поле изображают обобщенным пространственным вектором  $\vec{\psi}_s$ , модуль которого равен амплитуде синусоидальной волны, рис. 1а.

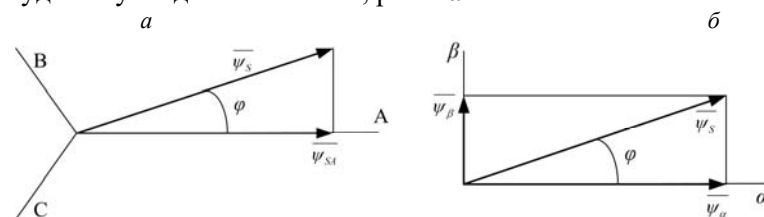


Рис. 1. Представление пространственного вектора магнитного потока  $\vec{\psi}_s$