

**Міністерство освіти і науки України**

**Криворізький національний університет**

**Електротехнічний факультет**

# **Пояснювальна записка**

**до кваліфікаційної роботи бакалавра  
за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка**

**ТЕМА РОБОТИ:**

**Модернізація тягової електромеханічної системи великовантажного  
кар'єрного автосамоскиду**

**Виконав: студент групи ЕЕМ-20**

**Гліб БАСС**

**Керівник випускної роботи \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Юрій ОСАДЧУК**

**Нормо контролер \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Юрій ОСАДЧУК**

**Декан ЕТФ \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Владислав ФЕДОТОВ**

**Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Ігор ПЕРЕСУНЬКО**

**Кривий Ріг 2024 р.**

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

БАСС Гліб Геннадійович

---

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Модернізація тягової електромеханічної системи  
великовантажного кар'єрного автосамоскиду

1. Термін подання студентом роботи: 10 червня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є модернізація електромеханічної системи. Завданням є розрахунок характеристик та дослідження роботи автоматизованого електромеханічного комплексу на новій елементній базі
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I. Характеристика електромеханічної системи, вибір електрообладнання та розрахунок статичних характеристик привода; II. Обґрунтування і розробка системи керування електроприводом та моделювання динамічних режимів роботи привода механізму на ЕОМ.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) I. Загальний вид механізму та технічна характеристика; II. Розрахунок статичних характеристик системи електроприводу; III. Елементна база системи електроприводу; IV. Система керування електроприводом; V. Модель для дослідження динамічних процесів; VI. Дослідження динаміки системи електроприводу. -

5. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Ім'я, прізвище консультанта | Дата, підпис   |                  |
|--------|-----------------------------|----------------|------------------|
|        |                             | Завдання видав | Завдання прийняв |
| I      | Юрій ОСАДЧУК                |                |                  |
| II     | Юрій ОСАДЧУК                |                |                  |
| III    | Юрій ОСАДЧУК                |                |                  |

6. Календарний план

| № | Етапи роботи                                      | Термін   |
|---|---|----------|
| 1 | Основні відомості про технологічний механізм      | 10.05.24 |
| 2 | Обґрунтування і вибір системи електроприводу      | 12.05.24 |
| 3 | Розрахунок потужності і вибір електродвигуна      | 17.05.24 |
| 4 | Розрахунок перетворювача                          | 19.05.24 |
| 5 | Розрахунок та побудова характеристик              | 24.05.24 |
| 6 | Обґрунтування і вибір структури системи керування | 26.05.24 |
| 7 | Розрахунок параметрів елементів системи керування | 28.05.24 |
| 8 | Моделювання динамічних режимів                    | 04.06.24 |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |
|   |   |          |

Дата видання завдання 29.04.2024 р.

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Гліб БАСС  
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Юрій ОСАДЧУК  
(Ім'я, прізвище)

## Зміст

|  |    |
|--|----|
| Вступ.....   | 6  |
| Розділ 1. Характеристика електромеханічної системи, її значення в технологічному процесі. Постановка задачі проектування. Вибір обладнання електромеханічної системи і аналіз статичних режимів ЕП ..... | 7  |
| 1.1. Характеристика цеху технологічного автотранспорту ПРАТ "ПівнГЗК" .....  | 7  |
| 1.2. Задачі керування, вимоги до електропривода.....   | 9  |
| 1.3. Обґрунтування і вибір системи електроприводу та постановка задачі синтезу і аналізу систем ЕП.....  | 10 |
| 1.4. Особливості призначення і склад тягового електроприводу кар'єрного самоскида БелАЗ-75131.....   | 13 |
| 1.5. Структурні схеми ТЕП для тягового режиму і режиму електричного гальмування .....  | 14 |
| 1.6. Робота електроприводу в тяговому режимі.....  | 16 |
| 1.7. Взаємодія електроприводу через режим електричного гальмування... ..   | 17 |
| 1.8. Розрахунок і вибір тягового електродвигуна і генератора автосамоскида БелАЗ-75131 .....   | 19 |
| 1.9. Тягово-динамічний розрахунок електромеханічної трансмісії.....  | 20 |
| 1.9.1.Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі тяги .....   | 21 |
| 1.9.2. Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі електродинамічного гальмування .....  | 26 |
| 1.10. Висновки .....   | 28 |
| Розділ 2. Обґрунтування і дослідження якісних показників САР ЕП. Вибір раціональної системи електроприводу мотор-колесо та дослідження його тягових характеристик.....                                   | 29 |

|      |       |         |         |      |                          |    |
|------|-------|---------|---------|------|--------------------------|----|
|      |       |         |         |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | к. |
| Змн. | рк.Ар | докум.№ | дписПід | Дата |                          |    |



## Вступ

Сучасні системи тягового електроприводу забезпечують виробничі потреби великих та важливих технологічних процесів.

Тягові електричні установки забезпечують транспортування на рудничних підприємствах металургійної галузі.

Ефективність роботи та енергетичної безпеки підприємства залежатиме від спроможності транспортування зі збільшенням можливості енергозбереження у тягових системах.

Електричні автосамоскиди розраховані на споживання електричної енергії усередині установки.

Електричний привод таких установок має забезпечувати неперервність динамічних режимів.

Встановлення електронних систем регулювання режимами роботи таких установок надає можливості керувати процесами перетворення електричної енергії.

|      |       |         |         |      |                          |    |
|------|-------|---------|---------|------|--------------------------|----|
|      |       |         |         |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | К. |
| Змн. | рк.Ар | докум.№ | дписПід | Дата |                          |    |

# Розділ 1. Характеристика електромеханічної системи, її значення в технологічному процесі. Постановка задачі проектування. Вибір обладнання електромеханічної системи і аналіз статичних режимів ЕП

## 1.1. Характеристика цеху технологічного автотранспорту ПРАТ "ПівніГЗК"

Автотранспортний цех призначено для забезпечення функціонування технологічних ліній.

Автомобілі які входять до складу цеху призначені для виконання технологічних операцій по переміщенню продукції видобутку від місця видобутку.

Автотранспортний цех має забезпечити ремонт та належний стан використовуваного транспорту.

Енергетична служба контролює процес обслуговування тягових генераторів.

Також слідкує за працездатністю системи керування тяговими електричними установками.

У розташуванні цеху налічуються установки діагностування та перевірки обладнання.

Можна виконувати середній ремонт обладнання у межах цеху.

|                  |                |                  |                 |             |                          |             |               |               |
|------------------|----------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------------|-------------|---------------|---------------|
|                  |                |                  |                 |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 |             |               |               |
| <i>Змн.</i>      | <i>Арк.А</i>   | <i>№ докум.№</i> | <i>ПідписПі</i> | <i>Дата</i> |                          |             |               |               |
| <i>Розробив</i>  | Басс Г.Г.      |                  |                 |             | Розділ 1                 | <i>Лім.</i> | <i>ЛистАр</i> | <i>Листів</i> |
| <i>Перевірів</i> | Осадчук Ю.Г.   |                  |                 |             |                          |             | 77            | 23            |
| <i>Реценз.</i>   |                |                  |                 |             | КНУ<br>ЕЕМ-20            |             |               |               |
| <i>Н. Контр.</i> | Осадчук Ю.Г.   |                  |                 |             |                          |             |               |               |
| <i>Затвердив</i> | ПересунькоІ.І. |                  |                 |             |                          |             |               |               |

Розглянута структура дозволяє забезпечити підвищену інтенсивність обслуговування автомобільного транспорту та обладнання що на ньому встановлюється.

|             |             |                 |               |             |                          |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|------|
|             |             |                 |               |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|             |             |                 |               |             |                          | 8    |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          |      |



## 1.2. Задачі керування, вимоги до електропривода

До задач керування тяговою електричною установкою можна віднести такі завдання:

- обслуговування елементів системи керування та регулювання;
- стабілізація джерела живлення;
- автоматизація процесу регулювання;
- режим пуску;
- режим гальмування;
- відпрацювання параметрів руху.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

### 1.3. Обґрунтування і вибір системи електроприводу та постановка задачі синтезу і аналізу систем ЕП

Розглянемо кінематичну схему установки.

Рис. 1.1. Кінематична схема електромеханічної трансмісії

Рис. 1.2. Структурна схема електропривода постійного струму:

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Рис. 1.3. Структурна схема електропривода перемінного струму:

Ефективними передбачаються імпульсні системи.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 11   |

Рис. 1.4. Імпульсні системи

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 12   |

#### 1.4. Особливості призначення і склад тягового електроприводу кар'єрного самоскида БелАЗ-75131

Тяговий електропривод призначено для приведення до руху та регулювання швидкості руху автосамоскиду на маршруті його пересування підприємством.

За своєю структурою тяговий електропривод складається з основних його елементів:

- тягового електричного двигуна;
- механічної передачі;
- привідних коліс;
- елементів системи регулювання;
- елементів системи керування;
- елементів розподілу електричної енергії.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 13   |

## 1.5. Структурні схеми ТЕР для тягового режиму і режиму електричного гальмування

Розглянемо структурну схему тягового електроприводу.

Рисунок 1.5 - Структурна схема ТЕР для тягового режиму

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 14   |

Рисунок 1.6. - Структурна схема ТЕП для режиму електричного гальмування

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 15   |

## 1.6. Робота електроприводу в тяговому режимі

Робота у тяговому режимі відбувається завдяки споживанню електричної енергії від тягового генератора.

Представимо робочу схему.

Рисунок 1.7. - Схема ТЕП в тяговому режимі.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 16   |



## 1.7. Взаємодія електроприводу через режим електричного гальмування

У режимі гальмування електрична енергія не споживається від генератору а тягові електричні двигуни працюють у режимі динамічного гальмування.

Представимо структуру цього режиму.

Рисунок 1.8. - Режим електричного гальмування у схемі ТЕП

Тягові характеристики мають відповідний вигляд.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 17   |

Рисунок 1.9. - залежність струму  $I_{яг}$  якоря ТЕД і струму  $I_{вт}$  ТЕД від частоти обертання.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

## 1.8. Розрахунок і вибір тягового електродвигуна і генератора автосамоскида БелАЗ-75131

Представимо характеристику обладнання автосамоскиду.

Розрахунок системи електроприводу представимо у додатку.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 19   |

## 1.9. Тягово-динамічний розрахунок електромеханічної трансмісії

Тягово-динамічні розрахунки представимо у додатку.

Представимо значення коефіцієнту корисної дії відповідно до розрахунків.

Рисунок 1.10. - Залежність ККД тягового генератора від струму навантаження

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Таблиця 1.1. Результати розрахунку зовнішньої характеристики системи

1.9.1. Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі тяги

Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі тяги представимо у додатку.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 21   |

Рисунок 1.11. - Зовнішня характеристика системи синхронного генератора

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 22   |

Рисунок 1.12. - Навантажувальні характеристики тягового двигуна  
ЕК-420А

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 23   |

Таблиця 1.2 Результати розрахунку електромеханічних характеристик  
у режимі тяги

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 24   |



Рисунок 1.13. - Тягова характеристика автосамоскида

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 25   |

1.9.2. Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі електродинамічного гальмування

Розрахунок електромеханічних характеристик у режимі гальмування представимо у додатку.

Рисунок 1.14. - Гальмова характеристика автосамоскида

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 26   |

Таблиця 1.3. Розрахунок електромеханічних характеристик в режимі електричного гальмування.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 27   |

## 1.10. Висновки

У розділі проведено вибір основного електричного обладнання автосамоскиду БелАЗ 75-1311.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

## Розділ 2. Обґрунтування і дослідження якісних показників САР ЕП. Вибір раціональної системи електроприводу мотор-колесо та дослідження його тягових характеристик

### 2.1. Моделювання тягового електропривода БелАЗ

#### 2.1.1 Проектування моделі електроприводу

Представимо модель електричної машини.

Рисунок 2.1 а) вид блоку ДПС; б) схематичне зображення ДПС

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{\epsilon} = L_{\epsilon} \frac{di_{\epsilon}}{dt} + r_{\epsilon} i_{\epsilon}, \\ u_{\gamma} = L_{\gamma} \frac{di_{\gamma}}{dt} + r_{\gamma} i_{\gamma} + e_{\gamma}, \\ J \frac{d\omega_m}{dt} = M - M_n, \\ \Phi_{\epsilon} = k_{\phi} i_{\epsilon}, \\ e_{\gamma} = k_E \omega_m \Phi_{\epsilon}, \\ M = k_M i_R \Phi_{\epsilon}. \end{array} \right. \quad (2.1)$$

|                  |                 |                 |               |            |                          |             |               |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|--------------------------|-------------|---------------|
|                  |                 |                 |               |            | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 |             |               |
| <i>Зм.</i>       | <i>Лист</i>     | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | Розділ 2                 |             |               |
| <i>Розробив</i>  | Басс Г.Г.       |                 |               |            |                          |             |               |
| <i>Перевірів</i> | Осадчук Ю.Г.    |                 |               |            |                          |             |               |
| <i>Реценз.</i>   |                 |                 |               |            |                          |             |               |
| <i>Н. Контр.</i> | Осадчук Ю.Г.    |                 |               |            |                          |             |               |
| <i>Затвердив</i> | Пересунько І.І. |                 |               |            | <i>Літ.</i>              | <i>Лист</i> | <i>Листів</i> |
|                  |                 |                 |               |            |                          | 32          | 23            |
|                  |                 |                 |               |            | КНУ<br>ЕЕМ-20            |             |               |

З системи рівнянь (2.1) отримаємо:

$$\begin{cases} \bar{u}_e = (sT_e + 1)\bar{i}_e, \\ \bar{u}_я = (sT_я + 1)\bar{i}_я + \bar{\Phi}_e \bar{\omega}_m, \\ sT_m \bar{\omega}_m = \bar{\Phi}_e \bar{i}_R - \bar{M}_н, \\ \bar{\Phi}_e = k'_\phi \bar{i}_e \end{cases} \quad (2.2)$$

де:

$$T_e = \frac{L_e}{r_e}, \quad T_я = \frac{L_я}{r_я}, \quad T_m = \frac{J \omega_{0.ном}}{M_{к.ном}}$$

### 2.1.2. Розрахунок параметрів віртуальної моделі двигуна постійного струму

Розрахунок параметрів віртуальної моделі двигуна постійного струму наведемо у додатку.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Рисунок 2.2 – Вигляд блоку двигуна ДПС в MatLab

### 2.1.3 Синтез системи електропривода

Синтез системи електропривода наведемо у додатку.

Рисунок 2.3 Загальний вигляд моделі навантаження

### 2.1.4 Розрахунок коефіцієнтів PI регуляторів системи управління

Система управління представлена на рисунку.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Рисунок 2.4 Система управління приводом автосамоскида БелАЗ

Рисунок 2.5 - Модель електроприводу автосамоскиду БелАЗ

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 32   |



2.1.5. Результати чисельного моделювання.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 33   |

Рисунок 2.6 - Результати моделювання системи без стабілізації швидкості  
(1. Швидкість обертання двигуна об/хв.; 2. Струм обмотки якоря двигуна;  
3. Струм обмотки збудження двигуна; 4. Момент на валу двигуна)

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 34   |

Рисунок 2.7 - Графік швидкості руху автосамоскида БілАЗ

Рисунок 2.8 Графік моменту навантаження який формується блоком розрахунку навантаження БелАЗ

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

## Висновки

У розділі були розраховані та побудовані основні динамічні характеристики.

|             |             |                 |               |             |                          |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|------|
|             |             |                 |               |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|             |             |                 |               |             |                          | 36   |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          |      |

## 2.2. Призначення, функціональні і технічні характеристики електронної система керування тяговим електроприводом

### 2.2.1. Структурна схема ЕСК ТЕП для кар'єрних самоскидів БелАЗ.

Функціональна схема системи керування електроприводом представлена на рисунку.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 37   |

Рисунок 2.9. - Укрупнена структура ЕСК ТЕП

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 38   |

Рисунок 2.10. - Розгорнута структура ЕСК ТЕП

|             |             |                 |               |             |                          |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|------|
|             |             |                 |               |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|             |             |                 |               |             |                          | 39   |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          |      |

### 2.3. Робота з CD диском

Представимо моделі візуалізації.

Рисунок 2.11. - Вікно візуалізації.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |



Рисунок 2.12. - Вікно “Контроллер”.

Рисунок 2.13. - Вікно “Панель оператора”.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Рисунок 2.14. - Вікно “Інформація”.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 42   |

## 2.4. Призначення панелі оператора, основні характеристики і робота

Розглянемо структурні коди.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 43   |

|             |             |                 |               |             |                          |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|------|
|             |             |                 |               |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|             |             |                 |               |             |                          | 44   |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          |      |

## 2.5. Візуалізація для обслуговуючого персоналу

### 2.5.1 Призначення програмного забезпечення і системні вимоги.

Програмне забезпечення відтворює сигнали що ідентифікуються у кодах.

### 2.5.2. Екран (Моніторинг)

Візуальна панель.

Рисунок 2.15. – Екран за допомогою якого здійснюється Моніторинг.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 45   |

### 2.5.3 Екран “Редагування параметрів”

Рисунок 2.16. - Екран “Редагування параметрів”

Таблиця 2.1. Формування сигналів захисту

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 46   |

Рисунок 2.17.- Екран реалізація зміни параметра діапазон

Рисунок 2.18.- Екран “Зміна параметру”

Рисунок 2.19.- Екран “Підтвердження зміни параметру”

2.5.4 Екран “Контролер”

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |

Рисунок 2.20. - Екран “Контролер”

Рисунок 2.21. - Керуючий комплекс ЕСК ТЕП версії 14530049.203-01 (V.09)

2.5.5 Екран “ПЛМ1”

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|      |      |          |        |      |                          | 48   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          |      |



Рисунок 2.22. - Екран “ПЛМ1”.

2.5.6 Екран “ПЛМ2”

|             |             |                 |               |             |                          |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|------|
|             |             |                 |               |             | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
|             |             |                 |               |             |                          | 49   |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          |      |

Рисунок 2.23. - Экран “ПЛМ2”.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 50   |

## 2.5.7 Екран “Інформація про систему”

Рисунок 2.24. – Інформація про систему

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 51   |

## Висновки

Сучасні системи тягового електроприводу забезпечують виробничі потреби великих та важливих технологічних процесів.

Тягові електричні установки забезпечують транспортування на рудничних підприємствах металургійної галузі.

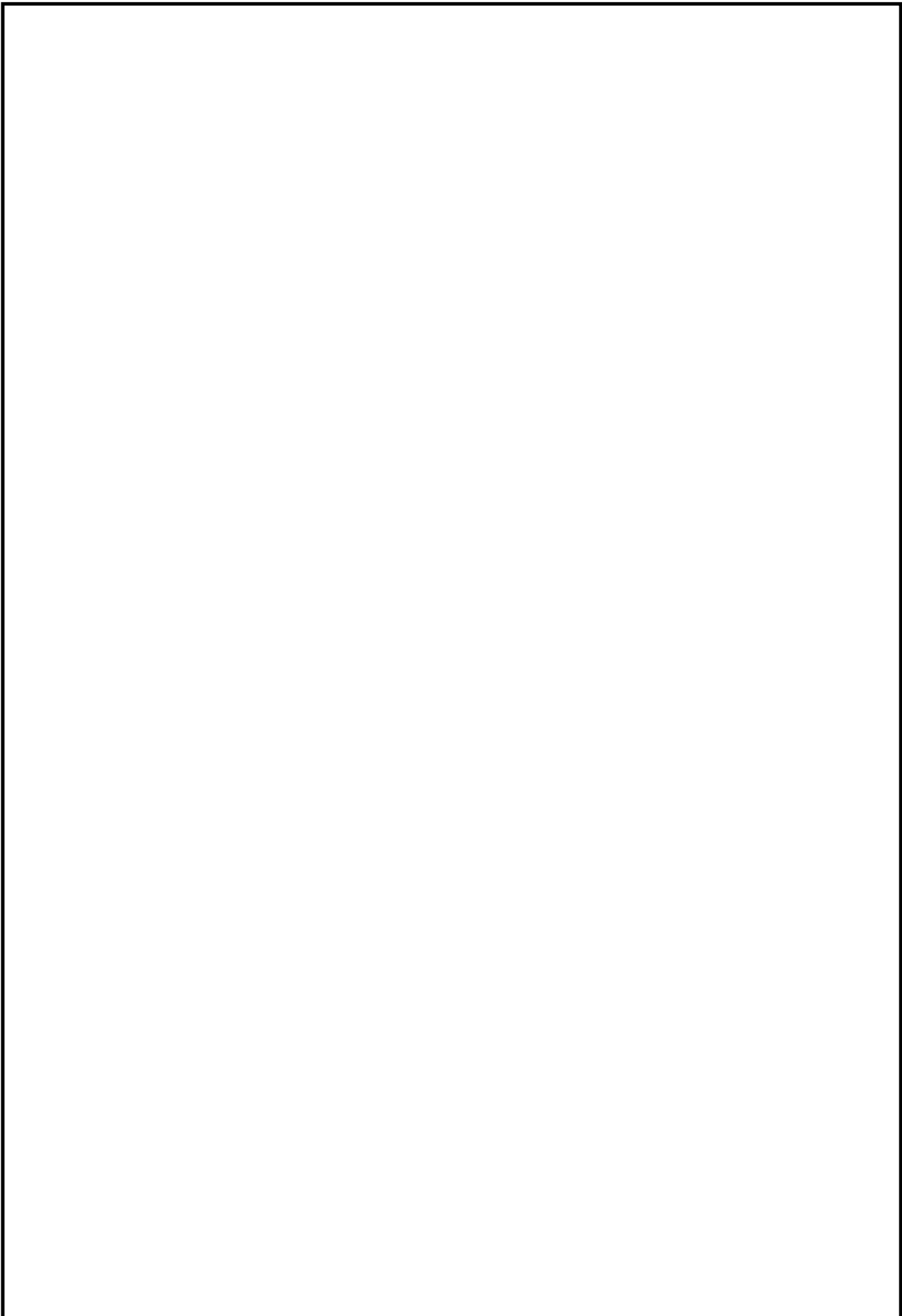
Ефективність роботи та енергетичної безпеки підприємства залежатиме від спроможності транспортування зі збільшенням можливості енергозбереження у тягових системах.

Електричні автосамоскиди розраховані на споживання електричної енергії усередині установки.

Електричний привод таких установок має забезпечувати неперервність динамічних режимів.

Встановлення електронних систем регулювання режимами роботи таких установок надає можливості керувати процесами перетворення електричної енергії.

|      |      |          |        |      |                          |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                          | 52   |



|      |      |          |        |  |                          |  |
|------|------|----------|--------|--|--------------------------|--|
|      |      |          |        |  | ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.303-01 |  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис |  |                          |  |