

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
Кузбасский научный центр СО АИН им. А.М. Прохорова**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2021**

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

2 – 3 декабря 2021 г.

**Новокузнецк
2021**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н. О.В. Михайлова,
к.т.н., доцент В.А. Кубарев

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) :
AS'2021 : труды XIII Всероссийской научно-практической
конференции (с международным участием) 2 – 3 декабря 2021 г. /
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ,
Сибирский государственный индустриальный университет ; под общей
ред. : С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Издательский
центр СибГИУ, 2021. - 417 с. : ил.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопро-сам автоматизации управления технологическими процессами и пред-приятиями, социально-экономическими системами, образованием и ис-следованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, техниче-ского и организационного обеспечения систем автоматизации и инфор-мационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспиран-тов и студентов.

УДК 658.011.56

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк)
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк)
ООО «ЕвразТехника» (г. Новокузнецк)
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс» (г. Кемерово)
Журналы: «Известия вузов. Чёрная металлургия» (г. Москва, Новокузнецк),
«Вестник СибГИУ» (г. Новокузнецк)

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ РОТОРА

Островляничик В.Ю., Кубарев В.А., Маршев Д.А., Поползин И.Ю.

Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, niiaer@kuz.ru

Аннотация. Включение в цепь ротора асинхронного двигателя с фазным ротором управляемого преобразователя напряжения является перспективным способом проектирования и модернизации таких электроприводов. В работе рассмотрен вопрос создания структуры электропривода переменного тока пригодной для анализа, синтеза и настройки систем автоматического управления электроприводами с асинхронным двигателем с фазным ротором, а так же решения задачи суммирования напряжений ротора и источника напряжения, имеющих различную частоту.

Ключевые слова: асинхронный двигатель с фазным ротором, управляемый преобразователь напряжения, структурная схема, схема замещения, суммирование ЭДС.

Abstract. The inclusion of a controlled voltage converter in the rotor circuit of an induction motor with a wound rotor is a promising way to modernize electric drives. The paper considers the issue of creating an alternating current structure suitable for analysis, synthesis and tuning of automatic control systems, as well as solving the problem of synchronizing the parameters of the converter with the motor rotor circuit.

Keywords: induction motor with a wound rotor, controlled voltage converter, block diagram, equivalent circuit, EMF summation.

Включение в цепь ротора асинхронного двигателя с фазным ротором (АДФР) управляемого преобразователя напряжения (УПН) является перспективным способом модернизации электроприводов с АДФР [1]. При этом при построении систем автоматизированного электропривода для выбора преобразователя и сетевого трансформатора в роторной цепи, обоснования и расчета их параметров необходимо составить математическую модель объекта управления, к которому относится АДФР, и привести её к виду, удобному для анализа и синтеза САУ.

В научно-технической литературе рассматривается вопрос исследования электро-механических и механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором, однако, как правило, без УПН в роторе. Например, в [2-4] дан анализ указанных характеристик, но без преобразователя в цепи ротора. В [5-6] рассмотрен вопрос включения УПН в цепь ротора, но не описано, как суммируются ЭДС с разной частотой.

По этой причине необходимо выполнить подробный функциональный анализ условий включения в цепь ротора УПН. На основе этого анализа необходимо:

1. Предложить и обосновать способ включения УПН в цепь ротора для возможности суммирования ЭДС ротора и выходного напряжения УПН.
2. Получить структуру, позволяющую не только исследовать механические и электро-механические характеристики АДФР с управляемым источником напряжения в роторе, но и реализовать оптимальные системы автоматического управления.

Для осуществления указанного анализа рассмотрим схему замещения заторможенного АДФР с УПН в цепи ротора (рисунок 1).

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

$\dot{U}_1$ - комплексное значение напряжения на статоре; $\dot{E}_1$ - комплексное значение ЭДС статора; $\dot{E}'_2$ - комплексное значение приведенной ЭДС ротора; $\dot{I}_1$ - комплексное значение тока статора; $\dot{I}_0$ - комплексное значение тока холостого хода; $\dot{I}_\mu$ - комплексное значение тока намагничивания; $\dot{I}'_2$ - комплексное значение приведенного тока ротора; $\dot{E}_3$ - комплексное значение ЭДС преобразователя; r_1 - активное сопротивление статора; X_1 - ин-

дуктивное сопротивление статора; R_μ - активное сопротивление намагничивающей ветви; X_μ - индуктивное сопротивление намагничивающей ветви; r'_2 - собственное активное сопротивление ротора; X'_2 - собственное индуктивное сопротивление ротора; $\dot{E}_3$ - комплексное значение приведенной ЭДС преобразователя; R_3 - активное сопротивление преобразователя; X_3 - индуктивное сопротивление преобразователя; $\dot{U}_2$ - комплексное значение напряжения на роторе.

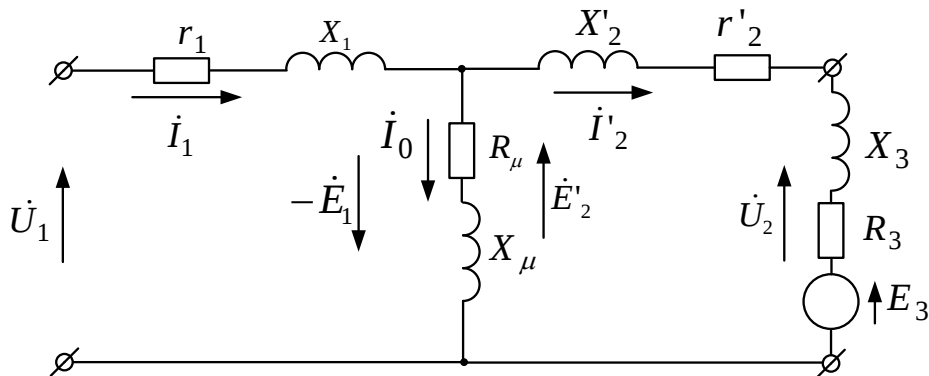


Рисунок 1 – Схема замещения заторможенного АДФР с УПН

Коэффициент трансформации ЭДС определится как:

$$k_E = \frac{E_1}{E_{2H}} = \frac{w_1 k_{o\delta 1}}{w_2 k_{o\delta 2}},$$

где E_1 – ЭДС статора;

E_{2H} – ЭДС неподвижного ротора;

w_1, w_2 – число витков в обмотках статора и ротора соответственно;

$k_{o\delta 1}, k_{o\delta 2}$ – обмоточные коэффициенты статора и ротора соответственно.

Коэффициент приведения сопротивлений (коэффициент трансформации АДФР) определяется как:

$$k_T = k_E k_I,$$

где k_I – коэффициент трансформации АДФР по току,

$$k_I = \frac{I_1}{I_{2\kappa}} = \frac{m_1 w_1 k_{o\delta 1}}{m_2 w_2 k_{o\delta 2}} \quad (I_{2\kappa} - \text{ток короткого замыкания машины}).$$

В большинстве случаев число фаз обмотки статора m_1 равно числу фаз обмотки ротора m_2 , в этом случае $k_E = k_I$, и тогда:

$$k_T = k_E^2 = \left(\frac{w_1 k_{o\delta 1}}{w_2 k_{o\delta 2}} \right)^2.$$

Приведенные сопротивления в цепи ротора определяются как:

$$R'_2 = R_2 k_T = R_2 k_E^2,$$

$$X'_2 = X_2 k_T = X_2 k_E^2,$$

$$R'_\Pi = R_\Pi k_T = R_\Pi k_E^2,$$

$$X'_\Pi = X_\Pi k_T = X_\Pi k_E^2$$

Приведенной на рисунке 1 схеме замещения соответствуют следующие уравнения Кирхгофа:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 r_1 + j\dot{I}_1 X_1, \\ \dot{U}'_2 = \dot{E}'_2 - \dot{I}'_2 r'_2 - j\dot{I}'_2 X'_2 - \dot{E}'_3 - \dot{I}'_2 R'_3 + j\dot{I}'_2 X'_3, \\ \dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2), \\ \dot{I}_0 = \dot{I}_\mu + \dot{I}_{R\mu}. \end{cases} \quad (1)$$

В общем случае справедливо соотношение $\dot{I}_\mu \gg \dot{I}_{R\mu}$ и $\dot{I}_0 = \dot{I}_\mu$. Тогда:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_\mu + (-\dot{I}'_2). \quad (2)$$

Для построения векторной диаграммы уравнения системы (1) могут быть преобразованы к виду:

$$\dot{E}'_2 - \dot{E}'_3 = \dot{I}'_2 (r'_2 + r'_3) + j\dot{I}'_2 (X'_2 + X'_3) + \dot{U}'_2 = \dot{I}'_2 Z'_{23} + \dot{U}'_2. \quad (3)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2) \quad (4)$$

$$Z'_{23} = \sqrt{(r'_2 + r'_3)^2 + (X'_3 + X'_2)^2} \quad (5)$$

$$r'_{23} = r'_2 + r'_3 \quad X'_{23} = X'_3 + X'_2 \quad (6)$$

Векторная диаграмма фазы при заторможенном роторе будет иметь вид, показана на рисунке 2.

Из приведенной векторной диаграммы и схемы замещения для заторможенного двигателя очевидно, что включение преобразователя напряжения в цепь ротора и осуществление операций суммирования возможно только при приведении всех параметров к статору.

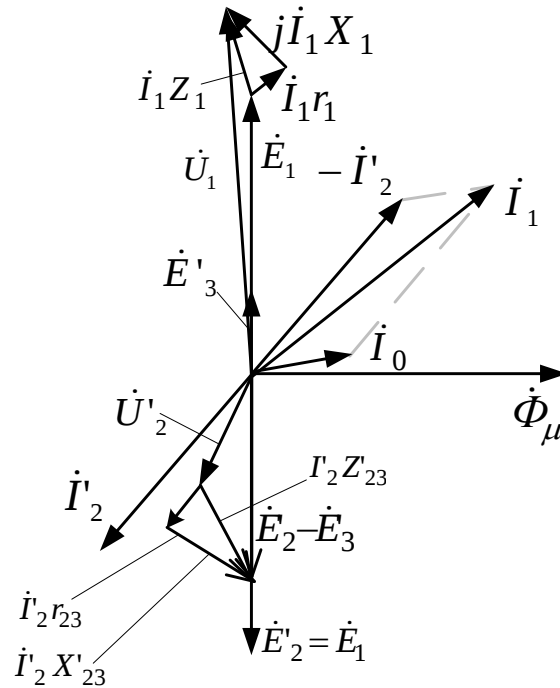


Рисунок 2 – Векторная диаграмма АДФР с преобразователем напряжения в цепи ротора

Алгебраическое суммирование амплитуд ЭДС ротора и выходного напряжения УПН возможно, если УПН содержит два управляемых моста (рисунок 3).

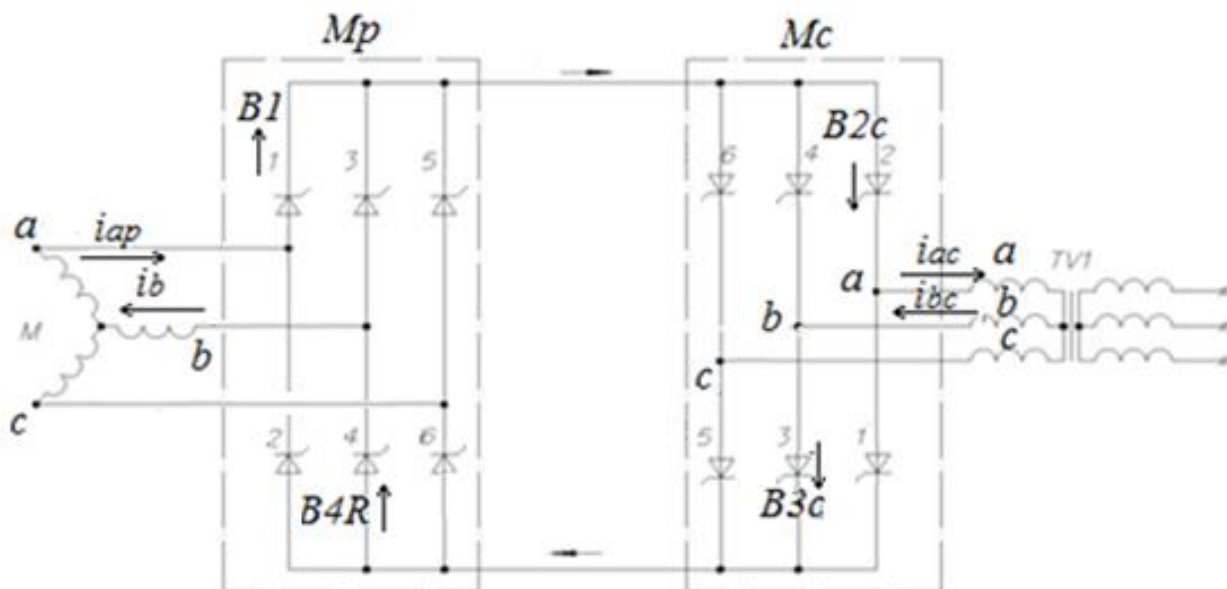


Рисунок 3 – Схема включения управляемого преобразователя напряжения в цепь ротора

Управляемый преобразователь напряжения состоит из трёхфазного сетевого трансформатора *TV1* и двух мостов. Управляемый мост *Mc* преобразует выходное напряжение *TV1* в постоянное напряжение U_d , пропорциональное амплитуде фазных напряжений *TV1*: $U_d = 2,34U_\phi$. Выходное напряжение моста *Mr* синхронизируется с частотой тока ротора, т.е. управляемый вентиль соответствующей фазы открывается и закрывается синхронно с фазой ротора. В этом случае обеспечивается суммирование амплитуд напряжений фаз ротора и соответствующих фаз трансформатора *TV1*. Мост *Mc* определяет действительное значение величины ЭДС преобразователя напряжения E_3 , а мост *Mr* осуществляет его суммирование с действительным значением ЭДС ротора E_2 . В результате выполняется операция в соответствии с уравнением (3). Эта операция выполняется с действительными значениями, т.е. уравнению (3) может быть поставлено в соответствие уравнение:

$$E_2 - E_3 = I_2 \sqrt{(r_2 + r_3)^2 + (X_2 s + X_3)^2} \quad (7)$$

Таким образом, *Mc* определяет амплитуду выходного напряжения УПН, которая складывается или вычитается с амплитудой ЭДС ротора. В этом случае одной из главных задач является выбор параметров трансформатора *TV1*, которые должны сочетаться с параметрами ротора. Эту задачу можно решить так же, как и задачу управления мостом *Mr*, на основе структурных представлений и методов теории графов путем анализа статических и динамических характеристик АДФР.

Из векторной диаграммы следует:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + Z_1 \dot{I}_1, \quad (8)$$

где $Z_1 = r_1 + jX_1$.

Падение напряжения $Z_1 \dot{I}_1$ в двигателях средней и большой мощности в рабочем режиме мало относительно E_1 и его можно определить как:

$$U_1 \approx E_1 = f 4,44 w_1 k_{o\phi 1} \Phi_\phi = \Psi \omega, \quad (9)$$

где Φ_ϕ – поток возбуждения машины,

Ψ – потокосцепление.

Вращающееся магнитное поле индуцирует в фазной обмотке ротора ЭДС с частотой f_2 , которая связана с частотой питающей сети $f_2=f$ s , тогда действующее значение ЭДС фазы вращающегося ротора определится из выражения

$$E_2 = 4,44 f s w_2 k_{o\delta 2} \Phi_{\delta}. \quad (10)$$

При заторможенном роторе $s=1$ и

$$E_{2H} = 4,44 f w_2 k_{o\delta 2} \Phi_{\delta} = E_2 / s. \quad (11)$$

Здесь E_{2H} – ЭДС неподвижного ротора. Из уравнений (9) и (11) можно установить связь между E_1 и E_{2H} :

$$E_1 = (w_1 k_{o\delta 1} / w_2 k_{o\delta 2}) E_{2H} = k_T E_{2H}. \quad (12)$$

где $k_T = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1 k_{o\delta 1}}{w_2 k_{o\delta 2}}$ – коэффициент трансформации ЭДС.

Из выражения (10) следует $E_2 = E_{2H} s$. Учитывая [7], что $s = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}$, получим

$$E_2 = E_{2H} \left(1 - \frac{\omega}{\omega_0} \right) = E_{2H} - \frac{E_1}{k_T \omega_0} \cdot \omega = E_{2H} - k_E \omega, \quad (13)$$

где ω_0 – скорость идеального холостого хода, равная частоте вращения поля статора,

$k_E = \frac{E_1}{k_T \omega_0}$ – коэффициент обратной связи по ЭДС вращения E_{ω} , т.е.:

$$E_2 = E_{2H} - E_{\omega}, \quad (14)$$

где $E_{\omega} = k_E \omega$ – ЭДС, наводимая вращающимся ротором.

Ток вращающегося ротора в соответствии с уравнением (7) определится разностью ЭДС ротора и ЭДС УПН $E_{23} = E_2 - E_3$:

$$I_2 = \frac{E_{23}}{\sqrt{(r_2 + r_3)^2 + (X_2 s + X_3)^2}}. \quad (15)$$

У двигателей с номинальной мощностью свыше 10 кВт активное сопротивление обмотки ротора мало по отношению к реактивному сопротивлению и тогда:

$$I_2 = \frac{E_{23}}{sX_2 + X_3}. \quad (16)$$

Учитывая (12-16), можно представить следующую структуру

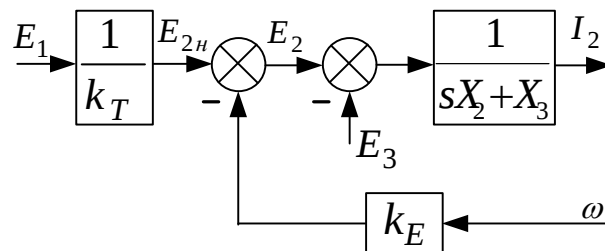


Рисунок 4 – Формирование тока ротора в АДФР с УПН в цепи ротора

Полученная структура позволяет исследовать электромеханические свойства АДФР при различных значениях ω и E_3 и построить электромеханическую характеристику, при этом возможно определить пороговые значения для E_3 и ограничить перегрузки по току.

Электромагнитный момент двигателя можно определять из выражения мощности электрических потерь в роторе:

$$\begin{aligned}\Delta P_{\text{эл}} &= M \cdot \omega_0 \cdot s, \\ M_{\partial} &= \frac{\Delta P_{\text{эл}}}{\omega_0 s} = \frac{pm_2 I_2^2 r_2}{\omega_0 s} = I_2 \frac{pm_2 I_2 r_2}{\omega_0 s}.\end{aligned}\quad (17)$$

где ω_0 – скорость идеального холостого хода,
 p – число пар полюсов.

Из векторной диаграммы следует, что $I_2 \cdot r_2 = E_2 \cdot \cos \varphi_2$, а $\frac{E_2}{s} = E_{2н}$ и

$$\cos \varphi_2 = \frac{r_2 + r_3}{\sqrt{(r_2 + r_3)^2 + (X_2 s + X_3)^2}} \approx \frac{r_2 + r_3}{X_2 s + X_3}.$$

Подставляя приведенные выше выражения в (16), получим:

$$M_{\partial} = I_2 \frac{pm_2 E_{2н} (r_2 + r_3)}{\omega_0 (X_2 s + X_3)}.\quad (18)$$

Выражение (18) позволяет получить и исследовать механические характеристики, где все значения представлены в действительных значениях и возможно представление в виде $M = f(\omega)$ и определить из анализа электромеханических свойств (16) влияние УПН на качественные показатели характеристик.

С учетом уравнения движения привода

$$M_{\partial} - M_c = J \frac{d\omega}{dt},\quad (19)$$

где M_{∂} – момент двигателя;

M_c – момент нагрузки, и (12-14, 16, 18,20), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} E_{2н} = \frac{E_1}{k_T}, \\ E_2 = E_{2н} - k_E \omega, \\ I_2 = \frac{E_2 - E_3}{X_2 s + X_3}, \\ M_{\partial} = I_2 \frac{pm_2 E_{2н} (r_2 + r_3)}{\omega_0 (X_2 s + X_3)} = I_2 k_M E_{2н} \frac{r_2 + r_3}{X_2 s + X_3}, \\ k_M = \frac{pm_2}{\omega_0}, \\ J \frac{d\omega}{dt} = M_{\partial} - M_c. \end{cases}\quad (20)$$

Системе уравнений (20) можно поставить в соответствие структурную схему

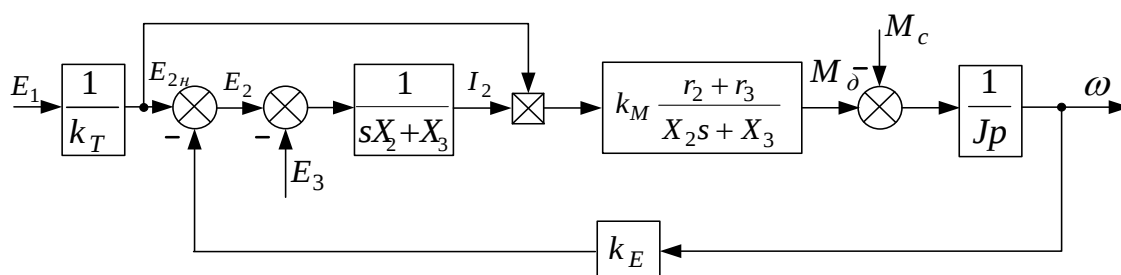


Рисунок 5 – Структурная схема АДФР с УПН

Полученная структура является универсальной, так как может быть использована не только для исследования рабочих, механических и электромеханических характеристик и осуществлять деформацию этих характеристик в требуемом направлении, но и получить инструмент для построения оптимальных систем автоматического управления.

Выводы.

1. Предложен способ осуществления операции суммирования ЭДС ротора и управляемого преобразователя напряжения в цепи ротора. Это позволяет исследовать характеристики АДФР без использования операции приведения параметров ротора к параметрам статора, что значительно повышает качество исследования механических, электромеханических и рабочих характеристик АДФР.

2. Получены уравнения и структура, которые позволяют исследовать электромеханические свойства АДФР с УПН в цепи ротора при различных значениях напряжения УПН и скорости ротора.

3. Получена зависимость, позволяющая исследовать механические характеристики АДФР, где все значения представлены в действительных значениях и возможно представление в виде $M = f(\omega)$ и определить из анализа электромеханических свойств влияние УПН на качественные показатели характеристик.

4. Получена универсальная функциональная структура АДФР с УПН как объекта управления, которая может быть использована не только для исследования рабочих, механических и электромеханических характеристик и осуществлять деформацию этих характеристик в требуемом направлении, но и получить инструмент для построения оптимальных систем автоматического управления.

Библиографический список

1. Ostrovlyanchik, V. Y. Algorithmic structure of control system of mine winder electric drive with a doubly-fed motor / V. Yu. Ostrovlyanchik, I. Yu. Popolzin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 377. [012042, 8 p.]. – DOI: 10.1088/1755-1315/377/1/012042.
2. Брускин Д. Э. Электрические машины. Часть 1 / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. – М.: ВШ, 1979. – 288 с.
3. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. — М. : Энергоиздат, 1981. – 576 с.
4. Касаткин А. С. Электротехника / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. — М. : Академия, 2005. – 544 с.
5. Ключев В. И. Теория электропривода / В. И. Ключев. — М. : Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
6. Онищенко Г. Б. Асинхронные вентильные каскады и двигатели двойного питания / Г. Б. Онищенко, И. Л. Локтева. – М.: Энергия, 1979. – 200 с.
7. Островляничик, В. Ю. и др. Режимы работы преобразователя частоты в цепи ротора асинхронного электропривода шахтного подъема / В. Ю. Островляничик, И. Ю. Поползин, В. А. Кубарев, Д. А. Маршев // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 262–266.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ Мышляев Л.П., Ивушкин К.А.	7
ЦИФРОВИЗАЦИЯ СРЕДСТВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ММК» Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А., Рыболовлев В.Ю., Краснобаев А.В., Шнайдер Д.А.	12
СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	19
ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	25
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДСТОЯЩЕЙ ПЛАВКОЙ СТАЛИ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ Кулаков С.М., Койнов Р.С., Тараборина Е.Н., Квашнин К.В.	31
СЕКЦИЯ 1 АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ	41
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ РОТОРА Островляничик В.Ю., Кубарев В.А., Маршев Д.А., Поползин И.Ю.	43
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МРС-РЕГУЛЯТОРА Колодин А.А., Ёлшин В.В., Овсяков А.Е.	50
ОБ АЛГОРИТМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫМИ СТАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ Ликсонова Д.И., Медведев А.В.	54
СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ИЗ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ Никитенко М.С., Кизилев С.А., Худоногов Д.Ю., Верховцев Д.О., Корец Д.М.	59
К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РАССТАНОВКИ ЧЛЕНОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ КОМАНД НА ШАХТАХ Койнов Р.С., Ляховец М.В., Комаров В.В., Гурьянов П.С.	64