

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

# **РЕФЕРАТИВНИЙ ЖУРНАЛ**

**Інституту електромеханіки, енергозбереження  
і систем управління**

**№ 2/2013**

**Кременчук – 2013**

РЕФЕРАТИВНИЙ ЖУРНАЛ Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління.  
– Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 2/2013. – 112 с.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Чорний О. П., директор Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління, д.т.н., проф.

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Родькін Д. Й., д.т.н., проф.

Технічні секретарі:

Романенко С. С., асист., Істоміна Н. М., асист.

Копії розміщені на сайтах Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського ([www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)) та Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського ([www.kdu.edu.ua](http://www.kdu.edu.ua)).

Друкується за рішенням Вченої ради Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління (протокол № 4 від 24.02.2014 р.).

У журналі публікуються реферати та анотації наукових видань Інституту, електромеханіки, енергозбереження і систем управління.

Журнал видається з 2012 року.

© Інститут електромеханіки, енергозбереження і систем управління, 2014 р.

© Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2014 р.

---

Адреса редакції: 39600, Україна, Кременчук, вул. Першотравнева, 20, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, ІЕЕСУ, к. 2409  
Телефон: +3805366 31147. E-mail: [eetecs@kdu.edu.ua](mailto:eetecs@kdu.edu.ua)

---

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI  
NATIONAL UNIVERSITY**

# **ABSTRACT JOURNAL**

**Institute of Electromechanics, Energy Saving  
and Control Systems**

**№ 2/2013**

**Kremenchuk – 2013**

ABSTRACT JOURNAL Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems. – Kremenchuk: KrNU, 2014. – № 2/2013. – 112 p.

Editor-in-chief

O. Chorny, Director of Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems,  
Doctor of Sciences (Engineering), Professor

Deputy Editor

D. Rodkin, Doctor of Sciences (Engineering), Professor

Technical Editors:

S. Romanenko, Assistant, N. Istomina, Assistant

The electronic copies of the journal are placed at the web-sites of The Vernadsky National Library of Ukraine ([www.nbu.gov.ua](http://www.nbu.gov.ua)) and Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University ([www.kdu.edu.ua](http://www.kdu.edu.ua)).

The journal is published by the decision of the Scientific Council of Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems (Record № 4 of 24 February, 2014).

The journal publishes summaries of scientific matter of Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems.

The journal has been published since 2012.

© Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems, 2014

© Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University, 2014

---

Address of the Organizing Committee: 39600, Ukraine, Kremenchuk, Pershotravneva str., 20, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, IEESCS, room 2409  
Phone: +3805366 31147. E-mail: [eetecs@kdu.edu.ua](mailto:eetecs@kdu.edu.ua)

---

---

**ПЕРЕЛІК РОЗДІЛІВ**

Монографії, підручники, посібники .....	6
Статті електронного щоквартального науково-практичного журналу «Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах» (ЮТЕКС) .....	12
Випуск 1/2013 (1).....	13
Випуск 2/2013 (2).....	19
Випуск 3/2013 (3).....	24
Випуск 4/2013 (4).....	28
Статті науково-виробничого журналу «Електромеханічні і енергозберігаючі системи» (ЕЕС).....	32
Випуск 1/2013 (21).....	33
Випуск 2/2013 (22). Частина 1 .....	41
Випуск 2/2013 (22). Частина 2 .....	49
Випуск 3/2013 (23).....	85
Випуск 4/2013 (24).....	91
Дисертації .....	98
Звіти з НДР .....	101
Перелік авторів / List of Authors .....	110

**МОНОГРАФІЇ,  
ПІДРУЧНИКИ,  
ПОСІБНИКИ**

---

УДК 621.313.301  
ISBN 978-617-639-022-0  
ББК 31.2  
С. 320  
Мова Рос.  
Бібл. 116 назв.

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ**

**Огарь В. А., Родькин Д. И.**

Монография посвящена усовершенствованию методов определения потерь в стали путем учета свойств магнитной системы при исследовании характеристик асинхронных двигателей и систем электропривода.

Книга может быть полезна для инженеров и научных работников в области энергоресурсосбережения, автоматизации и проектирования систем автоматического регулирования, а также аспирантов и студентов высших технических учебных заведений при изучении курсов «Моделирование электромеханических систем», «Энергетические процессы в электромеханических системах», «Энергоресурсосбережение в электроприводе» и т.п.

[Огарь В. А. Характеристики асинхронных двигателей с учетом нелинейных свойств магнитной системы : монография / В. А. Огарь, Д. И. Родькин. – Кременчуг : ЧП Щербатых А. В., 2013. – 320 с. – Библиогр. : 116 назв. – ISBN 978-617-639-022-0. – рус.]

---

УДК 697.922:628.852.2  
ISBN 978-617-639-026-8  
ББК 31.2  
С. 192  
Мова Укр.  
Бібл. 107 назв.

### **МЕТОД І ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА У ПРИМІЩЕННЯХ**

**Сукач С. В., Шульга Ю. І.**

Монографія присвячена удосконаленню систем контролю та управління повітрюванням, дослідженню процесів, що протікають у приміщенні під час зміни параметрів повітряного середовища. Значну увагу приділено системам управління вентиляцією та проведенню досліджень мікрокліматичних параметрів з використанням математичного моделювання.

Матеріали монографії рекомендовано для фахівців за напрямом «Охорона праці» при вирішенні проблем зі створення заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Деякі розділи можуть бути корисними при навчальній підготовці інженерного персоналу за напрямом «Електромеханіка», а також для науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів відповідних напрямів.

[Сукач С. В. Метод і засоби контролю та управління якістю повітряного середовища у приміщеннях : монографія / С. В. Сукач, Ю. І. Шульга. – Кременчук: Видавець ПП Щербатих О. В., 2013. – 192 с. – Библиогр. : 107 назв. – ISBN 978-617-639-026-8. – укр.]

УДК 621.313.333  
ISBN 978-617-639-037-4  
ББК 31.2  
С. 208  
Мова Укр.  
Бібл. 148 назв.

## **ДІАГНОСТИКА АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СИГНАЛУ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ**

**Загірняк М. В., Мамчур Д. Г., Калінов А. П., Чумачова А. В**

Запропоновано виконувати діагностику асинхронних двигунів (АД) на основі аналізу сигналу споживаної потужності без виведення їх з виробничого процесу. Розвинуто математичні моделі АД у трифазній системі координат, які надають можливість аналізу впливу найбільш поширених дефектів та пошкоджень на електромагнітні та енергетичні процеси, які відбуваються в електричній машині. За результатами математичного моделювання сформульовано діагностичні показники, основані на дослідженні зміни характеристик сигналу споживаної потужності при появі та розвитку дефектів і пошкоджень. За сукупним аналізом сформульованих показників сформовано логічні вирази для діагностики найбільш розповсюджених типів дефектів АД та оцінювання працездатності двигуна. Задля підвищення достовірності діагностики розроблено метод відокремлення впливу параметрів мережі живлення на характеристики АД.

У цілому робота присвячена питанням удосконалення методів діагностики та оцінювання працездатності асинхронних двигунів шляхом аналізу сигналу споживаної двигуном потужності. Монографія може бути корисною для фахівців електротехнічної галузі, наукових співробітників, викладачів, аспірантів та студентів.

[Загірняк М. В. Діагностика асинхронних двигунів на основі аналізу сигналу споживаної потужності : монографія / М. В. Загірняк, Д. Г. Мамчур, А. П. Калінов, А. В. Чумачова. – Кременчук : Видавець ПП Щербатих О. В., 2013. – 208 с. – Бібліогр. : 148 назв. – ISBN 978-617-639-037-4. – укр.]

УДК 621.313.3  
ISBN 978-617-639-040-4  
ББК 31.2  
С. 164  
Мова Рос.  
Бібл. 165 назв.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Загирняк М. В., Родькин Д. И., Ромашихин Ю. В., Черный А. П**

Рассмотрены методы определения электромагнитных параметров электромеханических систем. Показана возможность использования составляющих мгновенной мощности при определении электромагнитных параметров асинхронных двигателей. Приведены результаты идентификации параметров электромеханических систем с учетом нелинейностей.

Рекомендовано для специалистов в отрасли разработки систем диагностики электромеханических систем и студентов дневной и заочной форм обучения по направлению «Электромеханика».

[Загирняк М. В. Энергетический метод идентификации параметров асинхронных двигателей : монография / М. В. Загирняк, Д. И. Родькин, Ю. В. Ромашихин, А. П. Черный. – Кременчук : ЧП Щербатых А. В., 2013. – 164 с. – Библиогр. : 165 назв. – ISBN 978-617-639-040-4. – рус.]



---

УДК 62-83-52

С. 187

Мова Укр.

Бібл. 17 назв.

**ДОВІДНИКОВИЙ ПОСІБНИК ЩОДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
З НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН «АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД  
ТИПОВИХ ПРОМИСЛОВИХ МЕХАНІЗМІВ», «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТИПОВИХ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ», «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ  
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ», «СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ»**

**Коренькова Т. В, Калінов А. П, Гладир А. І, Ковальчук В. Г**

У навчальному посібнику розглянуто загальні відомості про перетворювачі частоти, їх класифікацію. Наведено їх основні налаштування: закони частотного керування, способи розгону та гальмування електродвигунів, заборонені частоти. У посібнику надаються рекомендації щодо правильного вибору перетворювачів, їх схемотехнічні рішення. Розглянуто основне додаткове обладнання, яке входить в комплект с перетворювачами. Також приведено основні технічні характеристики пристроїв плавного запуску, їх переваги, можливості, області застосування та рекомендовані схеми включення. Посібник має широке коло фірм-виробників перетворювачів частоти та пристроїв плавного запуску як для високовольтного, так і низьковольтного обладнання.

Довідниковий посібник призначено для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204, 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.092204, 8.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв», а також для науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів відповідного напрямку.

[Коренькова Т. В. Довідниковий посібник щодо курсового проектування з навчальних дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів», «Автоматизація типових технологічних процесів», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв», «Системи управління електроприводами»: навч. посібник / Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – Кременчук: КрНУ, 2013. – 187 с. – Бібліогр.: 17 назв. – укр.]

---

УДК 004.92:621.002

С. 198

Мова Укр.

Бібл. 107 назв.

**СИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ  
НА БАЗІ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТА ZENON**

**Гладир А. І, Юхименко М. Ю, Хребтова О. А**

У навчальному посібнику у на прикладі відомої SCADA-системи ZenOn докладно розглянуті основні компоненти, функції та можливості систем диспетчерського керування та збору даних. Наведено опис застосування поширених програмних пакетів для візуалізації технологічних процесів і здійснення керування виробництвом, систем.

Матеріал посібника рекомендовано для фахівців за напрямом «Електромеханіка», а також при підготовці студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204, 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»,

7.05070207, 8.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв», а також для науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів відповідного напрямку.

[Гладир А. І Системи візуалізації технологічних процесів на базі програмного пакета ZenOn : навч. посібник / А. І. Гладир, М. Ю. Юхименко, О. А. Хребтова. – Кременчук : КрНУ, 2013. – 198 с. – Бібліогр. : 107 назв. – укр.]

---

УДК 62-82-52(076.5)

С. 192

Мова Укр.

Бібл. 70 назв.

### **ПРАКТИКУМ ТА ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ТИПОВИХ ПРОМИСЛОВИХ МЕХАНІЗМІВ**

**Коренькова Т. В, Гладир А. І, Алексєєва Ю. О**

Навчальний посібник містить дев'ять практичних занять, що охоплюють особливості режимів роботи автоматизованого електропривода механізмів циклічної й безперервної дії. Запропоновано тестові завдання розраховані для перевірки знань студентів на лекційних та практичних заняттях, для самостійної перевірки студентами засвоєння матеріалу.

Навчальний посібник рекомендований при підготовці студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204, 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.05070207, 8.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» з навчальних дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв», «Енергозбереження в технологічних процесах і установах», «Промислове енергозбереження», а також для науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів відповідного напрямку.

[Коренькова Т. В. Практикум та тестові завдання з автоматизованого електропривода типових промислових механізмів : навч. посібник / Т. В. Коренькова, А. І. Гладир, Ю. О. Алексєєва. – Кременчук : КрНУ, 2013. – 192 с. – Бібліогр. : 70 назв. – укр.]

---

УДК 62-83-52:621.5.004.18(075.8)

С. 199

Мова Укр.

Бібл. 90 назв.

### **АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД НАСОСНИХ ТА ВЕНТИЛЯТОРНИХ УСТАНОВОК У ЗАДАЧАХ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Коренькова Т. В, Сердюк О. О, Шутька О. В, Ковальчук В. Г.**

У навчальному посібнику розглянуто особливості функціонування, технічні показники та характеристики насосних та вентиляторних установок. Наведено опис розроблених авторами комп'ютеризованих електромеханічних комплексів для дослідження статичних та динамічних режимів роботи насосів та вентиляторів у системах з регульованим та нерегульованим електроприводом, проведено аналіз їх енергетичних характеристик при змінних параметрах трубопровідної системи та різних методах регулювання продуктивності.

Навчальний посібник рекомендований для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204, 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.05070207, 8.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» з курсів «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв», «Енергозбереження в технологічних процесах і установах», «Промислове енергозбереження», а також для науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів відповідного напрямку.

[Коренькова Т. В. Автоматизований електропривод насосних та вентиляторних установок у задачах енергоресурсозбереження : навч. посібник / Т. В. Коренькова, О. О. Сердюк, О. В. Шутька, В. Г. Ковальчук. – Кременчук : КрНУ, 2013. – 199 с. – Бібліогр. : 90 назв. – укр.]

---

УДК 62-83-523

С. 274

Мова Укр.

Бібл. 49 назв.

## **ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

**Калінов А. П., Мельников В. О.**

Розглянуто загальні принципи побудови та елементну базу керуючих і силових пристроїв сучасних систем автоматизованого електропривода. Дано характеристику засобів вимірювань та наведено технічні рішення побудови вимірювальних пристроїв електричних та неелектричних параметрів електроприводів, які можуть бути використані для побудови систем керування, моніторингу, діагностики та захисту електромеханічних систем. Описано принципи побудови силових електротехнічних перетворювачів і способи та алгоритми регулювання їх вихідної напруги. Наведено технічні рішення побудови основних вузлів силових кіл та систем керування перетворювачів.

Посібник призначено для студентів, що навчаються за напрямом «Електромеханіка», та аспірантів вищих навчальних закладів, може бути корисним для інженерно-технічних працівників, які займаються створенням й застосуванням сучасних систем автоматизованого електропривода.

[Калінов А. П. Елементи автоматизованого електропривода : навчальний посібник / А. П. Калінов, В. О. Мельников – Кременчук : КрНУ, 2013. – 274 с. – Бібліогр. : 49 назв. – укр. ]

**СТАТТІ  
ЕЛЕКТРОННОГО ЩОКВАРТАЛЬНОГО  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО ЖУРНАЛУ  
«ІНЖЕНЕРНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ  
І КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ»  
(ІОТЕКС)**

# Випуск 1/2013 (1)

Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах  
[Електронний ресурс] Щоквартальний науково-практичний журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 1/2013 (1). – 178 с.

ISSN 2307–9770.

---

УДК 621.65.052  
С. 14-20  
Мова Рос.  
Бібл. 7 назв.

### ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КРИТЕРІЮ

**Коренькова Т. В., Ковальчук В. Г.**

Доведено можливість визначення параметрів насосних комплексів на базі рівнянь енергетичного балансу складових миттєвої потужності. Отримано систему ідентифікаційних рівнянь для ідеалізованого насосного агрегату, який працює на трубопровідну мережу з протитиском. Відмічено, що запропонований енергетичний підхід може бути використаним для вирішення задач ідентифікації технологічних нелінійностей.

**Ключові слова:** миттєва потужність, рівняння енергобалансу, енергетичний критерій, ідентифікація параметрів, еквівалентна схема заміщення, насосний комплекс.

---

УДК 621.313.13.014  
С. 21-31  
Мова Укр.  
Бібл. 13 назв.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМУТАЦІЇ НА СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА

**Істоміна Н. М.**

Досліджено вплив типу комутації на механічні та енергетичні характеристики вентильно-індукторного двигуна середньої потужності, конфігурації 6/4. Доведено, що використання несиметричної комутації дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії на 17 %. Отримано аналітичну залежність коефіцієнта корисної дії від коефіцієнта використання фази та струму навантаження. Доведено, що несиметричну комутацію доцільно використовувати при пуску та роботі з перевантаженням.

**Ключові слова:** вентильно-індукторний двигун, несиметрична комутація, коефіцієнт використання фаз, коефіцієнт корисної дії електроприводу.

---

УДК 613.313  
С. 34-50  
Мова Рос.  
Бібл. 24 назв.

### ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПСЕВДОПОЛІГАРМОНІЧНИХ СИГНАЛІВ У ЗАДАЧАХ ГАРМОНІЧНОГО АНАЛІЗУ

**Руденко М. А., Ромашихін Ю. В.**

Розглянуто особливості формування осьових симетрій частини гармонічного сигналу для отримання періодичного сигналу та його подальшого розкладання в ряд Фур'є. Показано універсальність гармонічної апроксимації для визначення косинусних і синусних складових, а також значення постійної складової періодичного сигналу любого типу. Доведено, що довільна частина любого періодичного сигналу може бути надана у вигляді суми гармонічних коливань з частотами, кратними фундаментальній частоті коливань.

**Ключові слова:** ряд Фур'є, періодичний сигнал, гармонічний сигнал, гармонічна апроксимація, осьова симетрія.

---

УДК 621.313.332

С. 51-60

Мова Рос.

Бібл. 12 назв.

### **АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ АВТОНОМНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З ЄМНІСНИМ САМОЗБУДЖЕННЯМ**

**Зачепа Ю. В.**

Приведено уточнений метод розрахунку статичних характеристик асинхронного генератора під час роботи на динамічне активно-індуктивне навантаження з урахуванням зміни частоти генерованої напруги. Встановлено, що неврахування зміни частоти напруги у функції навантаження для генераторів малої потужності призводить до значних похибок при визначенні меж стійкої роботи. На основі експериментальних досліджень доведено адекватність запропонованого методу.

**Ключові слова:** автономний асинхронний генератор, конденсаторна батарея, двигунне навантаження, зовнішня характеристика.

---

УДК 621.313.333.02

С. 61-68

Мова Рос.

Бібл. 11 назв.

### **ДІАГНОСТИКА ДЕФЕКТІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ЧАСТОТОЮ ЖИВЛЕННЯ Й ОБОРОТНОЮ ЧАСТОТОЮ**

**Браташ О. В., Калінов А. П.**

Розглянуто проблему поділу діагностичних ознак дефектів, які викликають вібрацію на оборотній частоті й подвійній частоті мережі. Показано, що комплексна методика аналізу вібросигналу з використанням різних режимів роботи дозволяє підвищити вірогідність діагностування дефектів асинхронного двигуна, які мають схожі діагностичні ознаки.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, діагностика, віброприскорення, спектральний аналіз.

---

УДК 621.313.333.02

С. 69-84

Мова Рос.

Бібл. 23 назв.

### **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ У СТАЛІ З НАСИЧЕННЯМ**

**Ченчевой В. В. Родькін Д. Й, Огарь В. О**

Отримано аналітичний вираз для визначення втрат у сталі асинхронної машини, зручне для практичного застосування, що вимагає значно менших обчислювальних витрат порівняно з уже існуючими методиками. Запропонований метод дозволяє отримати відносно прості залежності з великим ступенем точності для формування задаючих впливів і використовувати їх у системах мінімізації втрат регульованого електроприводу. Знайдені залежності придатні для опису втрат у сталі, що необхідно при проектуванні системи автономної генерації енергії та визначення максимальної навантажувальної здатності генераторної установки.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, насичення, втрати у сталі.

---

УДК 621.797

С. 85-96

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

### **УЗАГАЛЬНЕНІ МОДЕЛІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ НАПРУГИ В КОЛІ СТАТОРА**

**Юхименко М. Ю.**

Розглянуто питання дослідження енергоефективності асинхронного двигуна при багатфакторних варіаціях поєднань режимних і конструктивних параметрів, видів навантаження, методів модуляції напруги й параметрів перетворювача. Розроблено методику розрахунку зміни втрат в асинхронних двигунах, які працюють від перетворювачів напруги, що відрізняється врахуванням способу широтно-імпульсної модуляції напруги, частоти і шпаруватості імпульсів. Було виконано дослідження й прогнозування зміни енергоефективності роботи асинхронного двигуна під час зміни параметрів імпульсної напруги і зміни навантаження. Запропоновано методи підвищення енергоефективності роботи асинхронного двигуна шляхом цілеспрямованої зміни поєднання режимних параметрів.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, енергетична ефективність, перетворювач змінної напруги, математична модель, широтно-імпульсна модуляція.

---

УДК 621.313.333.02

С. 88-118

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

**Рєзнік Д. В.**

Виконано аналіз та показано можливість застосування методу, що базується на використанні низькочастотної напруги живлення для визначення електромагнітних параметрів різних типів асинхронних двигунів. В області низьких частот напруги живлення спостерігається значна зміна величин опорів електричних машин, що дозволить використати дані властивості при визначенні електромагнітних параметрів двигунів.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, схема заміщення, електромагнітні параметри двигуна.

---

УДК 621.313.333.02

С. 119-124

Мова Укр.

Бібл. 5 назв.

### **ОСОБЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОЇ БАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НА ПРИКЛАДІ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ**

**Кобилянський М. А., Сердюк О. О., Величко О. Л.**

Сформульовано вимоги до сучасної лабораторної бази з дисциплін «Автоматизований електропривод типових промислових механізмів» та «Автоматизація

---



---

типових технологічних процесів». Наведено приклад модернізації фізичної моделі системи вентиляції та розглянуто можливості такого комплексу.

**Ключові слова:** лабораторна база, інноваційний підхід, фізична модель, система вентиляції.

---

УДК 371.133

С. 125-130

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

### **ПСИХОЛОГІЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ – НЕОБХІДНА СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТЬОГО ФАХІВЦЯ**

**Мачинська Н. І.**

Розкриваються теоретичні аспекти понять «компетентність», «професіоналізм», «професійна компетентність», «психологічна компетентність». Автор обґрунтовує необхідність формування психологічної компетентності як вагомій складової професійної компетентності майбутнього фахівця.

**Ключові слова:** професіоналізм, компетентність, професійна компетентність, психологічна компетентність.

УДК 621.313.2.016.3.012.6

С. 131-139

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **ЛАБОРАТОРНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ СИНТЕЗУ ДИСКРЕТНОГО РЕГУЛЯТОРА ЗА АЛГОРИТМОМ ТРЕНУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

**Конох І. С., Книжнік Є. Н.**

Викладено підхід до створення дискретного регулятора як штучної нейронної мережі прямого розповсюдження, що складається з трьох нейронів з лінійною одиничною функцією активації. Налаштування регулятора відбувається відповідно до алгоритму тренування нейронної мережі, який базується на аналізі функціоналу якості. Розробку можна адаптувати для керування комплексами силовий перетворювач–двигун. Програмне забезпечення, створене в середовищі LabView 8.X, дозволяє візуалізувати процес керування, аналізувати якість керування і використовується в учбовому процесі.

**Ключові слова:** нейронна мережа, оптимізація.

---

УДК 378.162.33.001.5:(534.831+537.531)

С. 140-149

Мова Рос.

Бібл. 12 назв.

### **ЩОДО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

**Чорний О. П., Никифоров В. В.**

Обґрунтовується проблема необхідності оцінки електромагнітного впливу електромеханічних перетворювачів енергії на біологічні об'єкти. Акцент досліджень

перенесено на електроприводи змінного струму з асинхронними двигунами, що отримують живлення від напівпровідникових перетворювачів енергії з широтно-імпульсною модуляцією. Наведено результати експериментальних досліджень напруженості електромагнітного поля навколо асинхронних двигунів при живленні їх від перетворювачів частоти з широтно-імпульсною модуляцією й при несиметрії напруги живлення. Для розглянутих випадків зроблено першу спробу визначення гранично допустимого рівня електромагнітного випромінювання, що є мутагеном (тератогеном) для біологічного тест-об'єкту *Drosophila melanogaster*.

**Ключові слова:** перетворення енергії, електропривод змінного струму, електромагнітне випромінювання, гранично допустимий рівень, біотестування, тест-об'єкт, тератогенез, мутації.

---

С. 150-173

Мова Укр.

Бібл. 7 назв.

### **КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО: СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК, ПЕРСПЕКТИВИ**

**Загірняк М. В., Гордієнко Н. О., Рєзнік Д. В.**

Показані основні етапи становлення Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського від загальнотехнічного факультету Полтавського інституту інженерів сільськогосподарського будівництва до національного університету. Підкреслено, що сьогодні він є єдиним у м. Кременчук державним багатoproфільним вищим навчальним закладом IV рівня акредитації, що здійснює підготовку фахівців за чотирма рівнями та динамічно розвивається й успішно працює над розв'язанням проблем розширення доступу молоді до вищої освіти та підвищення її якості. Розглянуто історію Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління та здобутки кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод».

**Ключові слова:** багатoproфільний вищий навчальний заклад, IV рівень акредитації, наукові школи КрНУ.

# Випуск 2/2013 (2)

Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах  
[Електронний ресурс] Щоквартальний науково-практичний журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 2/2013 (2). – 67 с.

ISSN 2307–9770.

УДК 681.3  
С. 9-19  
Мова Укр  
Бібл. 12 назв.

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

**Чорний О. П., Лашко Ю. В., Коваль Т. П.**

Розглянуто особливості процесу підготовки фахівців інженерних спеціальностей у сучасних економічних умовах, умовах стрімкого розвитку комп'ютерної техніки, її елементної бази, інформаційних та комунікаційних технологій. Як основний фактор для формування професійних вмінь та навичок визначено лабораторний практикум. Показано, що застосування програмно-апаратних і віртуальних комплексів у лабораторному практикумі дозволяє підготувати й перепідготувати фахівців, що відповідають сучасним вимогам і здатних професійно брати участь у проектуванні, налагодженні та експлуатації сучасних систем електропривода та управління. Запропоновані комплекси розглядаються як самодостатній комп'ютеризований засіб навчання та можуть бути використаними для різних форм навчання: очної, заочної, дистанційної, екстернатної.

**Ключові слова:** підготовка фахівців, інженерні спеціальності, лабораторний практикум, віртуальні комплекси.

УДК 621.313  
С. 20-26  
Мова Укр.  
Бібл. 3 назв.

### КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВОДВИГУННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ЖОРСТКИМ З'ЄДНАННЯМ ВАЛІВ

**Артеменко А. М.**

Сформовано основні можливості лабораторного стенду при використанні комп'ютеризованого вимірювального комплексу та наведено статичні й динамічні характеристики дводвигунного електропривода постійного струму з жорстким з'єднанням валів. Доведено, що використання комп'ютеризованого лабораторного стенду при експериментальному дослідженні систем електропривода є перспективним.

**Ключові слова:** система електропривода, двигун постійного струму незалежного збудження, жорстке з'єднання валів, лабораторний стенд.

УДК 658.012.011.56:697.978:378.162.15  
С. 27-41  
Мова Рос.  
Бібл. 15 назв.

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ З ПІДГРІВОМ НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

**Перекрест А. Л., Молодика І. С.**

Проаналізовано проблему забезпечення та контролю необхідного мікроклімату для навчальних аудиторій. Розглянуто питання комплексної автоматизації та диспетчеризації будівель. Розроблено комп'ютеризовану систему для віддаленого контролю та управління

режимами роботи вентиляційного обладнання аудиторії 2105 кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Запропоновано алгоритм створення програми диспетчерського управління, інтерфейс користувача в Labview.

**Ключові слова:** мікроклімат, локальна система вентиляції, віддалена будівля, дистанційне керування.

УДК 658.26.003.13:621.31.004.18:061.1

С. 42-54

Мова Рос.

Бібл. 4 назв.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОГОСПОДАРСТВА БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ**

**Волжан М. М., Перекрест А. Л.**

Надано принципову схему реконструкції теплових пунктів та систем вентиляції будівель бюджетної сфери шляхом використання регульованого електроприводу, систем автоматизації процесів та застосування альтернативних джерел енергії (сонячної енергії та джерел низькопотенційного тепла). Розроблено алгоритм взаємодії та роботи окремих блоків у рамках єдиної системи. Відзначено, що запропонована схема є універсальною й може бути використана для будь-якої будівлі з урахуванням особливостей та умов упровадження розробки.

**Ключові слова:** альтернативні джерела енергії, система опалення.

УДК 621.313.333

С. 55-89

Мова Рос.

Бібл. 37 назв.

## **ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ПОБУДОВИ ПРИСТРОЇВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Родькін Д. Й., Мосюндз Д. А.**

Клас ідентифікаційних завдань безперервно розширюється, в основному, у зв'язку із дедалі вищими потребами через зростання особливостей і класу розв'язуваних технічних і технологічних завдань. Завдання ідентифікації – визначення параметрів електрообладнання найрізноманітніших електромеханічних систем. Стосовно електромеханічних пристроїв – визначення електромеханічних і електромагнітних параметрів електричних машин. Щорічно з'являється більше двохсот робіт, присвячених згаданим науково-технічній задачі. Спектр методів ідентифікації параметрів електрообладнання надзвичайно широкий – від найпростіших, що базуються на елементарних уявленнях про фізичні процеси і схемах заміщення, до складних, що базуються на складних математичних моделях пристроїв і систем.

Аналіз показує, що найбільший інтерес дослідників викликають різні варіанти частотних методів, особливо таких, де уявлення про процеси підтверджуються енергетичними моделями процесів, переважно в частотній області, чому присвячено досить великий перелік результатів досліджень, виконаних у Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського. Особливість цих робіт у тому, що при достатньо широкому спектрі використання частотних підходів при вирішенні

конкретних завдань (різномірного живлення обмоток двигуна, полігармонічної напруги, псевдополігармонічного живлення, використання псевдоджерел змінної напруги та ін.) використовується оригінальний, багатообіцяючий енергетичний метод, який базується на рівняннях енергетичного балансу складових миттєвої потужності, споживаної джерелом живлення, і елементів схеми заміщення електричної машини, що враховує ті чи інші фізичні явища. Метод енергетичного балансу можна застосовувати для настільки загально складних схем заміщення машин змінного та постійного струму. Важливість і перспектива розглянутого методу в тому, що його можливо застосовувати для ідентифікації не тільки електричних ланцюгів, але й механізмів і машин з іншими принципами перетворення енергії з лінійними та нелінійними характеристиками.

**Ключові слова:** метод миттєвої потужності, енергетичний баланс, ідентифікаційні рівняння та системи.

УДК 62-503.55

С. 90-102

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **БАГАТОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ З ЕЛЕКТРИЧНИМИ СЕРВОПРИВОДАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ТА ІНКРЕМЕНТАЛЬНИМИ ЕНКОДЕРАМИ**

**Конох І. С., Базишин М. Ю.**

Робота належить до позиційних систем керування промисловими роботами й може бути використана для модернізації або створення адаптивної системи керування робота-маніпулятора PUMA-560 з покращеними перехідними процесами й підвищеною точністю позиціонування сумісно із силовими модулями AWD-10-36 і промисловим комп'ютером.

Пристрій виконує читання сигналів сенсорів положення та струму, розрахунок керуючих впливів і формування напруги живлення приводів ланок робота-маніпулятора. Підвищення точності в динамічному режимі досягається шляхом зміни коефіцієнтів ПІД-регулятора положення при переході з однієї до іншої частини траєкторії.

Система спостерігає за своїм станом у цілому, керує й контролює рух робота-маніпулятора, забезпечує незалежне регулювання за швидкістю й положенням кожного приводу окремо, формує керуючий вплив на силові перетворювачі з урахуванням обмежень положення маніпулятора в просторі, забезпечує двосторонній зв'язок із промисловим комп'ютером.

**Ключові слова:** робот-маніпулятор, регулятор положення.

УДК 635.914:614.778:378.006.25

С. 103-111

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КІМНАТНИХ РОСЛИН У НАВЧАЛЬНИХ І НАУКОВИХ ЛАБОРАТОРІЯХ**

**Ноженко В. Ю., Бойко Л. Г., Юдіна Г. Г.**

Описано склад повітря в закритому приміщенні та його негативний вплив на здоров'я людини. Визначено властивості кімнатних рослин, що приносять користь здоров'ю та життєдіяльності людини. Запропоновано перелік рослин, які найбільш доцільно вирощувати в навчальних та наукових лабораторіях. Приведено дані рослин, які

знижують загальний вміст мікробних клітин у повітрі приміщень і поглинають ядовиті речовини.

**Ключові слова:** кімнатні рослини, склад повітря, фітонцидні властивості рослин, мікроклімат закритих приміщень.

---

УДК 537.868:612.014.42

С. 112-124

Мова Рос.

Бібл. 35 назв.

### **СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

**Чорний О. П., Никифоров В. В., Родькін Д. Й., Ноженко В. Ю.**

Розглянуто основні джерела електромагнітних випромінювань природного та антропогенного походження. Описано можливі зміни в організмі людини під впливом високочастотних і низькочастотних випромінювань, наведено основні прилади для вимірювання, а також способи та засоби захисту від них. Охарактеризовано найбільш поширені джерела електромагнітного поля, під впливом якого знаходиться кожна людина. Обговорюються перспективи досліджень, спрямованих на уніфікацію та оптимізацію міжнародних та національних нормативів гранично допустимих рівнів впливу електромагнітних випромінювань на людину і біоту.

**Ключові слова:** електромагнітне поле, джерела електромагнітного випромінювання, вплив на людину і біоту, гранично допустимий рівень.

---

УДК 061.3(100):62-83-52

С. 125-134

Мова Укр.

Бібл. 2 назв.

### **ЧОТИРНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ. НАУКА, ОСВІТА І ПРАКТИКА»**

**Гордієнко Н. О.**

Надано матеріал стосовно проведення Інститутом електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика», де знайшли відображення найважливіші етапи проведення великого міжнародного форуму: пленарне засідання, VII спеціалізована виставка «Сучасні технології в освіті та виробництві», доповіді за закінченими дисертаційними роботами, виступи молодих учених. Відзначено високий рівень організації даного заходу та висловлено сподівання, що конференція буде розвиватись і далі та будуть знаходитися нові, ефективні форми її проведення.

**Ключові слова:** науково-практична конференція, пленарне засідання, спеціалізована виставка.

# Випуск 3/2013 (3)

Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах  
[Електронний ресурс] Щоквартальний науково-практичний журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 3/2013 (3). – 67 с.

ISSN 2307–9770.



---

УДК 655.3/5  
С. 7-28  
Мова Укр.  
Бібл. 37 назв.

### **ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЕЛЕКТРОННОГО НАУКОВОГО ЖУРНАЛУ**

**Чорний О. П., Романенко С. С.**

Надано аналіз розвитку, нормативні засади створення електронних видань та їх класифікацію. Досліджено напрями розвитку наукових Інтернет-публікацій. Визначено складові елементи електронного видання, його беззаперечні переваги перед друкованим виданням. Досліджено сучасний стан розвитку технічних електронних наукових видань в Україні та запропоновано перспективні форми наукової комунікації для створення власного наукового електронного видання.

**Ключові слова:** електронне видання, Інтернет-публікація, Інтернет-комунікації, інформаційний ресурс.

УДК 621.313  
С. 29-40  
Мова Укр.  
Бібл. 15 назв.

### **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

**Кніжнік Є. Н, Перекрест А. Л., Маслівець А. В.**

Розглянуто існуючі системи контролю параметрів теплоенергетичних об'єктів. Висунуто вимоги щодо систем віддаленої диспетчеризації. Спроековано систему віддаленої диспетчеризації на базі кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Розглянуто питання щодо обміну інформації між об'єктами системи. Розроблено комп'ютерну програму для локального збору та передачі інформації про стан теплоенергетичних об'єктів з Web інтерфейсом для віддаленого доступу.

**Ключові слова:** системи тепlopостачання, диспетчеризація, web-контроль та керування.

---

УДК 621.313:517.91  
С. 41-55  
Мова Укр.  
Бібл. 5 назв.

### **ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИ ЖИВЛЕННІ ЇХ ВІД ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ**

**Чорний О. П., Титюк В. К.**

Розглянуто особливості моделювання й дослідження електроприводів з асинхронними двигунами шляхом чисельного розрахунку їх математичних моделей за допомогою бібліотек SimPowerSystems середовища Simulink математичного пакету Matlab. Зроблено акцент на особливостях математичних моделей з урахуванням

перетворювачів, методів чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь моделей при їх дослідженні. Показано кількісні й якісні відмінності в рішеннях, які виникають при необґрунтованому виборі чисельного методу та його параметрів, а також при врахуванні в моделях реальних параметрів енергії на виході перетворювачів. Проаналізовано похибки, які можуть виникнути в рішеннях при моделюванні. Наведено результати моделювання.

**Ключові слова:** електропривод, асинхронний двигун, перетворювач частоти, особливості моделювання, чисельні методи.

УДК 621.313

С. 56-70

Мова Рос.

Бібл. 20 назв.

### **СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ СКЛАДНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Руденко М. А.**

Розглянуто ефект витиснення струму в роторі асинхронних двигунів із подвійною білячою кліткою і глибокопазних асинхронних двигунів. Проаналізовано способи визначення електромагнітних параметрів ротора в асинхронних двигунах складних конструкцій з урахуванням ефекту витиснення струму. Розглянуто особливості схем заміщення асинхронних двигунів складних конструкцій з урахуванням ефекту витиснення на даних схемах. Визначено недоліки кожного з розглянутих способів, на основі чого був обраний найбільш доцільний спосіб визначення електромагнітних параметрів ротора з урахуванням ефекту витиснення струму для асинхронних двигунів складних конструкцій.

**Ключові слова:** ефект витиснення струму, двокліткові асинхронні двигуни, схеми заміщення, глибина проникнення струму, скін-шар.

УДК 621.313.322

С. 71-79

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **СИСТЕМА РЕЗЕРВНО-АВАРІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ІЗОЛЬОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ**

**Величко О. Л., Сердюк О. О. Кобилянський М. А.**

Проведено аналіз особливостей роботи комплексів і пристроїв, що забезпечують безпеку навчальних лабораторій напівпідвального приміщення, на основі яких сформульовано вимоги до резервно-аварійного джерела електропостачання. Розроблено структуру та алгоритм роботи системи резервно-аварійного електропостачання, що дозволить підвищити надійність систем безпеки та життєзабезпечення навчальних лабораторій.

**Ключові слова:** резервно-аварійне джерело електропостачання, системи безпеки й життєзабезпечення.

---

УДК 621.313.333

С. 80-93

Мова Рос.

Бібл. 16 назв.

### **МИТТЄВА ПОТУЖНІСТЬ ТРИФАЗНОЇ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ**

**Родькін Д. Й., Ромашихін Ю. В.**

Розглянуто особливості формування складових миттєвої потужності трифазної мережі. Доведено, що в симетричній трифазній системі в сигналі миттєвої потужності окрім постійної складової присутні гармоніки потужності, що кратні шести. Показано ефективність використання складових миттєвої потужності при аналізі енергопроцесів у трифазній мережі.

**Ключові слова:** миттєва потужність, трифазний електричний двигун.

---

УДК 621.314.26

С. 94-104

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБУ УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ ІЗ КОРОТКОЗАМКНУТИМ РОТОРОМ**

**Юхименко М. Ю.**

Доведено можливість використання розробленого способу управління силовими ключами транзисторного перетворювача змінної напруги в колі статора асинхронного двигуна для покращення енергетичних і регулювальних показників електропривода. Виконано комплексну оцінку й порівняння енергетичних і регулювальних показників розробленої системи та найбільш поширених систем електропривода загальнопромислових механізмів. Визначено галузь раціонального використання розробленої системи й типові механізми, в яких вона може використовуватися. Виконано оцінку техніко-економічних показників розробленої системи.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, транзисторний перетворювач напруги, алгоритми управління, регулювальні показники, енергетична ефективність.

# Випуск 4/2013 (4)

Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах  
[Електронний ресурс] Щоквартальний науково-практичний журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 4/2013 (4). – 67 с.

ISSN 2307–9770.

---

УДК 378.146

С. 15-19

Мова Укр.

Бібл. 5 назв.

### **ФОРМУВАННЯ ГРАФІКА ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

**Чорний О. П., Лашко Ю. В., Коваль Т. П.**

Розглянуто питання формування навчального процесу за допомогою поєднання традиційних методів організації навчального процесу та інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяє оцінювати ефективність засвоєння інформації студентами та цілеспрямовано формувати аудиторну, самостійну й індивідуальну роботу та оптимізувати розклад занять. Застосування кібернетичних моделей дозволяє виконувати кількісне оцінювання якості процесу навчання для підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу і, як наслідок, якості навчання. Це досягається шляхом розрахунку неоднорідного диференціального рівняння динамічної моделі швидкості засвоєння потоку інформації протягом семестру й виділення на ній інтервалу повторюваності. Оптимізаційними методами визначають дату проведення консультаційних або індивідуальних занять, що забезпечить найменше значення суми квадратів відхилень від середнього значення, у розкладі занять на періоді повторюваності.

**Ключові слова:** підготовка фахівців, графік навчального процесу, консультаційні й індивідуальні заняття, моделі навчання, оптимізація.

---

УДК 378.146

С. 15-19

Мова Укр.

Бібл. 5 назв.

### **КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ ЯК НЕОБХІДНА СКЛАДОВА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ**

**Кузнецова І. А.**

Розкривається зміст і значення контролю навчально-пізнавальної діяльності у вищій школі. Вказується на актуальність вивчення проблеми контролю, дається аналіз недоліків та інтересів щодо подальшого вивчення питання контролю знань студентів, визначаються основні завдання системи контролю якості підготовки фахівців, наголошується на утвердженні особистісно орієнтованого підходу до навчання.

**Ключові слова:** контроль, навчально-пізнавальна діяльність, якість підготовки, перевірка, оцінювання.

---

УДК 371.3:004.451:004.451

С. 20-30

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

### **КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА НАВЧАЛЬНА СИСТЕМА З ДИСЦИПЛІНИ «ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВИХ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»**

**Носач Є. В.**

Обґрунтовано необхідність створення комп'ютеризованих інформаційно-методичних комплексів для викладання технічних дисциплін з можливістю доступу з мережі Інтернет. Розроблено такий комплекс з навчальної дисципліни «Операційні системи промислових

комп'ютеризованих систем управління». На основі структури дисципліни розроблено схему інформаційно-навчального комплексу, згідно з якою реалізовано гіперпосилання та логічні зв'язки між основними розділами. Для можливості самоперевірки студентами отриманих знань реалізовано підсистему тестування, що дає змогу налаштувати систему, обрати тематику питань та зберегти отримані результати. Наведено роботу сторінок комп'ютеризованої системи та підпрограми тестування.

**Ключові слова:** освіта, операційна система, дистанційне навчання, електронний комплекс, тестування.

---

УДК 378.147.016:51:62-057.4

С. 31-39

Мова Укр.

Бібл. 12 назв.

### **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ**

**Грицюк О. С.**

Досліджено застосування сучасних педагогічних технологій у професійній підготовці студентів інженерних спеціальностей. Особлива увага приділяється використанню проблемного навчання у процесі математичної підготовки з метою підвищення когнітивного рівня студентів та розвитку пошуково-дослідницьких здібностей. Доведено, що доцільно використовувати самостійну роботу студентів на кожному етапі вивчення математичних дисциплін. Запропоновано модель математичної підготовки майбутніх інженерів із застосуванням проблемного навчання.

**Ключові слова:** професійна підготовка, математична підготовка, проблемне навчання, педагогічна технологія, студактивне навчання.

---

УДК 377.6

С. 40-46

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ВИДАВНИЧОЇ СПРАВИ ТА РЕДАГУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРАКТИВНОГО МЕТОДУ НАВЧАННЯ CASE-STUDY**

**Билина Ю. Л.**

Аналізуються шляхи застосування в навчальному процесі інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяють якісно змінити професійну підготовку студентів. Акцентується увага на необхідності змін підходів у педагогіці, оновленні або переосмисленні традиційних форм і методів навчання. Досліджуються можливості використання такого інтерактивного методу, як case-study (або методу аналізу ситуацій), який позитивно зарекомендував себе у світовій педагогічній практиці. Автор досліджує можливості використання цього методу для формування інформаційної компетентності майбутніх журналістів як способу не лише отримати нові знання про професію, а й сформувати початкові навички професійної діяльності та виробити систему ціннісних орієнтацій особистості.

**Ключові слова:** інформаційна компетентність, інтерактивний метод, case-study, журналістика.

---

УДК 621.313

С. 47-55

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ MICROSOFT VISUAL BASIC**

**Ніколаєнко А. М., Чумак Є. Т., Таран Ю. П.**

Отримано математичну модель довжини заготовки на ливарно-прокатному модулі; за допомогою системи об'єктно-орієнтованого візуального програмування Visual Basic пакета Microsoft Visual Studio 6.0 спроектовано комбіновану систему автоматичного регулювання положення петлі заготовки на ливарно-прокатному модулі, впровадження якої у виробництво на Запорізькому алюмінієвому комбінаті призвело до збільшення продуктивності ливарно-прокатного модуля на 3 %.

**Ключові слова:** ливарне колесо, прокатний стан, заготовка, катанка, імітаційна модель, програмний модуль, система автоматичного регулювання.

---

УДК 62-83-52 : 681.325-181.4

С. 56-62

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ЗА ПАСПОРТНИМИ ДАНИМИ ПІД ЧАС ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

**Чепкунов Р. А.**

Надано вирази визначення параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна на основі паспортних даних, що наведені на таблиці асинхронного двигуна. Вирази можуть використовуватися при введенні в експлуатацію таких асинхронних електроприводів, в яких потрібно ввести ці параметри в пам'ять процесора. Дано вирази для оцінки впливу зазначених параметрів на роботу електроприводу.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, параметри схеми заміщення, паспортні дані.

**СТАТТІ  
НАУКОВО-ВИРОБНИЧОГО ЖУРНАЛУ  
«ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ  
І ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ»  
(ЕЕС)**



# Випуск 1/2013 (21)

Електромеханічні і енергозберігаючі системи.  
Щоквартальний науково-виробничий журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 1/2013 (21). – 130 с.

ISSN(print) 2072–2052,  
ISSN(online) 2074–9937.

УДК 621.65:004.183  
С. 8-21  
Мова Рос.  
Бібл. 17 назв.

### **ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СКЛАДОВИХ МИТТЄВОЇ ПОТУЖНОСТІ**

**Загірняк М. В., Родькін Д. Й., Коренькова Т. В.**

Уточнено підхід до декомпозиції миттєвої потужності полігармонічних сигналів на базі аналізу процесів частотного перетворення ортогональних складових напруги й струму. Показано, що порядок гармонік потужності визначається сумою й різницею частот гармонічних складових вихідних сигналів. Відзначено значення процесів енергоперетворення першого й другого роду при формуванні складових миттєвої потужності несинусоїдальних сигналів. Запропоновано математичний апарат і діаграми формування канонічних, неканонічних і псевдоканонічних компонент миттєвої потужності при різному гармонічному складі напруги й струму. Доведено ефект посилення знакозмінної складової потужності через збіг частот канонічних і псевдоканонічних компонент. Запропоновано показники енергопроцесів на базі ефективних значень миттєвої потужності й її компонент. Показано, що на енергетичний режим впливають не лише амплітудні значення гармонік напруги або струму, але й комбінація частот, що формують спектр гармонічних складових вихідних сигналів.

**Ключові слова:** процеси енергоперетворення, енергетичний режим, миттєва потужність, полігармонічний сигнал, ефективна потужність, показники енергопроцесів.

УДК 255:29.1, 621.3.016.2+621.317.38  
С. 22-31  
Мова Англ.  
Бібл. 23 назв.

### **АНАЛІЗ СИГНАЛІВ МИТТЄВОЇ ПОТУЖНОСТІ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ У НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ ЛАНЦЮГАХ ПРИ ВИРІШЕННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАВДАНЬ**

**Сидоренко В. М., Чорний О. П.**

Розглянуто єдиний підхід щодо аналізу й синтезу сигналів миттєвої потужності й напруги для несинусоїдальних кіл, що дозволяє, на відміну від раніше відомих, поряд із кількісною оцінкою виконати якісний аналіз механізму формування їх спектрів. Розглянуто задачу перетворення спектру несинусоїдального періодичного сигналу в разі зсуву системи координат. Підходи актуальні при розв'язуванні рівнянь енергетичного балансу в задачах ідентифікації параметрів електричних машин з урахуванням їх нелінійного характеру й при синтезі сигналів напруги для заданого гармонічного складу миттєвої потужності в задачах управління якістю перетворення електричної енергії. Отримані математичні співвідношення представлено в загально прийнятих термінах теорії сигналів і матричної алгебри. На практиці це дозволить здійснити синтез швидкодіючих обчислювальних процедур і є важливим при проектуванні систем управління якістю перетворення енергії в реальному часі.

**Ключові слова:** миттєва потужність, гармонічний аналіз, згортка, зворотна згортка.

---

УДК 621.3.011

С. 32-39

Мова Рос.

Бібл. 14 назв.

### **АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ОРТОГОНАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ МИТТЄВОЇ ПРОВІДНОСТІ ТА ОПОРУ**

**Малякова М. С., Калинов А. П.**

Запропоновано метод аналізу нелінійних електричних кіл із використанням ортогональних складових миттєвої провідності та опору. Показано механізм формування ортогональних складових миттєвої провідності нелінійного електричного кола. Наведено й проаналізовано аналітичні вирази для складових миттєвої провідності та опору. Проведено аналіз рівнянь балансу складових миттєвої провідності та опору, на базі яких було визначено гармонійні складові струму нелінійного електричного кола, що складається з послідовно підключених активного лінійного та нелінійного опору. Доведено точність та адекватність розробленого методу шляхом порівняльного аналізу гармонійних складових струму, розрахованих із використанням запропонованого методу та отриманих унаслідок чисельного розрахунку математичної моделі досліджуваного кола. До головних переваг запропонованого методу можна віднести універсальність у використанні, а також те, що він дає можливість оцінити вплив параметрів кола на композицію спектра струму.

**Ключові слова:** миттєва провідність, миттєвий опір, миттєва потужність, електричне коло, нелінійність.

---

УДК 621.3.078

С. 40-47

Мова Рос.

Бібл. 4 назв.

### **КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВІ МІНІМІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ ФУНКЦІОНАЛІВ МИТТЄВИХ ЗНАЧЕНЬ ЕНЕРГІЙ**

**Островецьков М. Я., Бурик М. П.**

Надано метод керування електромеханічними системами, що забезпечує слабку чутливість до зміни параметрів об'єкту керування та його динамічну декомпозицію. Пошук керуючої дії здійснюється при мінімізації локальних функціоналів, що є функціями Ляпунова для замкнених систем і якими виступають миттєві значення енергій та їх похідні. Закони керування надають замкнутій системі властивості стійкості в цілому, що дозволяє вирішувати задачі керування взаємозв'язаними, нелінійними об'єктами як для лінійних одновимірних систем за математичними моделями локальних контурів. Характерною особливістю оптимізації є досягнення не абсолютного мінімуму функціоналу, як у традиційних системах, а деякого мінімального значення, яке забезпечує допустиму за технічними вимогами динамічну похибку системи. Для побудови структури регуляторів не потрібна детальна математична модель об'єкту керування. Закон керування визначається на основі диференціального рівняння, за допомогою якого задається бажана якість керування координатою електромеханічної системи. Отримані регулятори мають нетрадиційну структуру й не містять параметрів об'єкту керування, що характерно для традиційних регуляторів. Результати експериментальних досліджень підтвердили ефективність запропонованих законів керування та показали їх переваги порівняно з традиційним законами.

**Ключові слова:** електромеханічна система, закони керування, дослідження.

---

УДК 62.83.523:621.3.011.001.3

С. 48-57

Мова Англ.

Бібл. 24 назв.

### ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

**Мосюндз Д. А.**

Розглянуто існуючі методи оцінювання та ідентифікації параметрів електромеханічних систем. Показано, що основним недоліком відомих методів є неможливість отримання достатньої кількості ідентифікаційних рівнянь для визначення електромагнітних параметрів систем з урахуванням нелінійностей. Запропоновано математичний апарат для визначення параметрів нелінійних електромеханічних систем на основі енергетичного балансу миттєвої потужності кожної гармоніки. Розглянуто можливості застосування енергетичного методу на прикладі ідентифікації параметрів нелінійної індуктивності. Показано, що такий підхід на основі балансу потужностей елементів джерела і споживача на кожній гармоніці окремо дозволяє отримати необхідну кількість рівнянь для визначення будь-яких параметрів електромеханічних систем.

**Ключові слова:** енергетичний метод, нелінійності, апарат миттєвої потужності, ідентифікація параметрів

---

УДК 621.313.333

С. 58-68

Мова Рос.

Бібл. 15 назв.

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПСЕВДОПОЛІГАРМОНІЧНИХ СИГНАЛІВ РІЗНОЇ ФОРМИ

**Ромашихін Ю. В.**

На сьогоднішні спостерігається високий відсоток виходу з ладу асинхронних двигунів як найбільш масового виду електричних машин. Це обумовлено недоліками експлуатації, низькою якістю ремонту, природними процесами старіння, порушеннями технології виробництва, у зв'язку з чим значна увага приділяється питанням визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів, які можуть змінюватися при довготривалій експлуатації або проведенні ремонтних операцій. Аналіз існуючих методів визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів дозволив виявити їх основні недоліки та обґрунтувати можливість використання складових миттєвої потужності в задачах ідентифікації. Для спрощення процедури визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів запропоновано використовувати так звані «псевдополігармонічні» сигнали, які можна отримати із синусоїдних шляхом їх перетворення. Тому метою роботи є питання розвитку методу визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів із використанням складових миттєвої потужності при живленні від джерел синусоїдної напруги. Для ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів використовується енергетичний метод, який базується на рівняннях балансу складових миттєвої потужності. Отримання необхідного гармонічного складу забезпечується обмеженням періоду розкладу вимірних

синусоїдних сигналів напруги та струму на заданий кут. Аналіз результатів із використанням зазначеного підходу показує, що похибка ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів не перевищує 15 %. Це пов'язано з тим, що обмеження періодів сигналів напруги та струму призводить до порушення рівності в рівняннях балансу складових миттєвої потужності на джерелі живлення й на елементах схеми заміщення. Тому для усунення цієї похибки запропоновано обмежувати період розкладу не сигналів напруги й струму, а сигналів миттєвої потужності на джерелі й на елементах схеми заміщення. При цьому похибка ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів не перевищує 5 %. Таким чином, показано ефективність використання енергетичного методу ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів із використанням псевдополігармонічних сигналів різної форми.

**Ключові слова:** миттєва потужність, електромагнітні параметри.

УДК 621.313

С. 69-80

Мова Рос.

Бібл. 18 назв.

## РІШЕННЯ ОДНОГО КЛАСУ НЕКОРЕКТНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ ЕНЕРГЕТИЧНИМ МЕТОДОМ

**Родькін Д. Й.**

Енергетичні процеси не є основними для аналізу електричних кіл, що пояснюється недостатнім використанням інтегральних методів. Вони, не дивлячись на їх простоту і наочність, призводять до втрати інформації про енергопроцеси. З іншої сторони, існує ціла низка важливих для практичних цілей задач з некоректно поставленими умовами, для яких відсутні прийнятні методи рішення. Для аналізу цих процесів може бути використаним енергетичний метод, запропонований автором. Метою роботи є виявлення можливостей енергетичного методу ідентифікації для оцінки параметрів електричних кіл в умовах некоректно заданих умов. В останній час виникла зацікавленість до дослідження енергопроцесів в ланцюгах з полігармонічними напругами та струмами з використанням методу миттєвої потужності, в основу якого покладено аналіз часових залежностей напруги, струму та їх добутку – миттєвої потужності. На цій базі розроблено енергетичний метод, сутність якого в тому, що енергетичний режим у конкретній електромеханічній системі можливо надати у формі рівнянь балансу складових миттєвої потужності джерела й споживача. Як правило, при цьому аналізуються несинусоїдальні напруги й струми. Розширення можливостей енергетичного методу можливо при живленні досліджуваної схеми від джерела синусоїдальної напруги. Для забезпечення використання енергетичного методу реалізується режим живлення досліджуваної схеми від джерела з необхідним гармонічним складом. Для цього вводять додаткові, штучно отримані спектри гармонік напруги й струму з періодом, відмінним від періоду напруги мережі. Показано ефективність використання енергетичного методу при ідентифікації параметрів схеми, що містить послідовно ввімкнені активний опір, індуктивність та ємність. При цьому для формування ідентифікаційних рівнянь отримано складові гармонік миттєвої потужності на вказаних елементах. Похибка ідентифікації параметрів схеми при введенні штучних спектрів гармонік напруги й струму з відмінними періодами з використанням енергетичного методу не перевищує 5 %. Аналогічні результати отримуються при ідентифікації параметрів асинхронного двигуна за Т-подібною схемою заміщення. Похибка ідентифікації параметрів

не перевищує 4 %. Таким чином, у роботі підтверджено ефективність використання енергетичного методу при ідентифікації параметрів схем з некоректно заданими умовами.

**Ключові слова:** енергетичний метод, миттєва потужність, ідентифікація параметрів.

УДК 628.12

С. 81-89

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### ОЦІНКА ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ НАСОСНОМУ КОМПЛЕКСІ

**Алексєєва Ю. О.**

Показано, що енергетичні режими насосного комплексу залежать від графіку роботи споживача, способу керування електромеханічними й технологічними параметрами, експлуатаційних характеристик обладнання, що змінюються в часі. Обґрунтовано підхід комплексного підвищення ефективності насосних станцій, який базується на оцінці розподілу потужності й втрат потужності у всіх елементах силового каналу при різних схемах регулювання технологічного параметра з урахуванням реальних режимів водоспоживання й змінних експлуатаційних характеристик обладнання. Розроблено структуру та алгоритм функціонування системи комплексного підвищення ефективності насосних станцій. Аналіз розподілу потужності й втрат потужності в насосному комплексі дозволив визначити складові, в яких є найбільший резерв енергозбереження. Отримано, що при регулюванні продуктивності дроселюванням потоку рідини на виході насоса найбільше зниження втрат потужності спостерігається в насосі й на засувці, порівняно зі зміною частоти обертання насосного агрегату. На основі експериментальних досліджень енергорежимів фізичної моделі насосного комплексу доведено доцільність комплексного підходу до підвищення ефективності роботи насосних станцій. Оцінка отриманих діаграм розподілу потужності й втрат потужності дозволяє сформулювати рекомендації з вибору енергоефективного методу регулювання технологічного параметра та своєчасної заміни обладнання.

**Ключові слова:** втрати потужності, досліджувальний насосний комплекс, ефективність.

УДК 681.3

С. 90-95

Мова Англ.

Бібл. 12 назв.

### ВИРТУАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ ТА ТРЕНАЖЕРИ – ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ З ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

**Чорний О. П., Коваль Т. П., Лашко Ю. В., Гуржій А. М., Хаджиселімович М.**

У статті автори запропонували технологію підвищення якості підготовки студентів з електромеханіки і автоматизації в технічному університеті. Обґрунтована актуальна проблема необхідності комплексного підвищення якості підготовки. Основу технології складають програмно-апаратні лабораторні комплекси, тренажери, що моделюють об'єкти, процеси в яких ідентичні процесам в реальних фізичних об'єктах. Показано застосування віртуальних лабораторних комплексів як технології поступового наукового зростання

студента до магістранта, інженера і науковця. Наведено структуру та характеристику напрямків можливих досліджень. Розглянуто практичне застосування віртуальних комплексів у навченому процесі, зокрема організації лабораторного практикуму при вивченні електротехнічних дисциплін. Відмічено перспективи соціально-економічного ефекту від використання віртуальних комплексів у навченому процесі.

**Ключові слова:** технологія навчання, якість навчання, віртуальні комплекси та тренажери, програмно-апаратні лабораторні комплекси.

УДК 621.313.33

С. 97-106

Мова Рос.

Бібл. 18 назв.

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

#### **З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ**

**Загірняк М. В., Огарь В. О., Ченчевой В. В., Ляшенко В. П., Атеф С. Аль-Машакбех**

Запропоновано схеми заміщення, а також уточнені математичні моделі асинхронного двигуна з урахуванням нелінійності кривої намагнічування, явища гістерезису й вихрових струмів. Досліджено статичні, енергетичні та динамічні характеристики асинхронного двигуна з урахуванням зазначених явищ. Проведено гармонійний аналіз струмів асинхронного двигуна в режимі неробочого ходу. Показано, що врахування нелінійності кривої намагнічування в математичній моделі призводить до збігу характеристик, отриманих на математичній моделі з експериментальними кривими. Показано вплив збільшення втрат від вихрових струмів на характеристики асинхронного двигуна. Адекватність представленої математичної моделі підтверджено експериментальними дослідженнями.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, математична модель, втрати в сталі, нелінійність кривої намагнічування, гістерезис, вихрові струми.

УДК 629.4.028.1

С. 107-115

Мова Укр.

Бібл. 13 назв.

### **ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ МАГНІТОПРОВОДУ ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ПІДВИЩЕНОЇ ЧАСТОТИ**

**Муха А. М., Карзова О. О., Краснов Р. В.**

Підвищення потужності тягового електрообладнання призведе до збільшення його масогабаритних показників, що не завжди є можливим в умовах обмеженого простору кузову електрорухомого складу. Зменшення цих показників може бути досягнуто шляхом підвищення робочих частот, але такий підхід вимагає використання при виробництві відповідних матеріалів. Для виготовлення магнітопроводу потужного тягового трансформатора підвищеної частоти (до 3 кГц) доцільно використовувати електротехнічні сталі марок 3422, 3423, 3424, 3425, які забезпечують реалізацію необхідної потужності, є технологічними та характеризуються відносною стабільністю параметрів під впливом дестабілізуючих факторів. Як критерій оптимального значення магнітної індукції

приймаємо мінімум значення втрат у магнітопроводі трансформатора. Розглянуто раціональну межу збільшення частоти, що забезпечує мінімальні габаритні показники та максимальний коефіцієнт корисної дії пристрою. Максимальна частота, яка відповідає верхній межі збільшення частоти, має назву «критична». Досліджено значення магнітної індукції, питомих втрат та критичної частоти для трансформаторів у діапазоні потужностей від 1000 до 16000 кВА. Надані результати досліджень дозволяють стверджувати, що зі збільшенням потужності трансформатора підвищеної частоти з метою зменшення втрат потужності у магнітопроводі слід зменшувати й робочу частоту. Це дещо зменшить вигреш в об'ємі магнітопроводу, але забезпечить збереження значення втрат у магнітопроводі на низькому рівні. Окремим питанням надано дослідження доцільності впровадження трифазних тягових трансформаторів підвищеної частоти та визначено аналітичну залежність для тенденції зміни об'єму магнітопроводу трифазного трансформатора підвищеної частоти порівняно з трансформатором промислової частоти при підвищенні їх потужності. Використання трифазного тягового трансформатора підвищеної частоти дозволяє зменшити втрати потужності в магнітопроводі приблизно в три рази, порівняно із втратами потужності у магнітопроводі трифазного трансформатора промислової частоти.

**Ключові слова:** тяговий трансформатор, підвищена частота, магнітопровід, магнітні матеріали, питомі втрати.

---

УДК 622.012.2:621.311.1

С. 117-123

Мова Укр.

Бібл. 9 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІЛЬНИЧНОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ШАХТИ ЗА НАЯВНОСТІ ВИТОКУ СТРУМУ НА ЗЕМЛЮ ЧЕРЕЗ ОПІР ТІЛА ЛЮДИНИ**

**Василець С. В.**

Підвищення рівня напруги живлення електромережі дільниці шахти до 3,3 кВ вимагає вдосконалення апаратів автоматичного захисту робітників від ураження електричним струмом. Відомі залежності для оцінки стану кола витoku струму на землю через опір тіла людини не враховують низку факторів, значимість яких з підвищенням рівня напруги живлення збільшується, що не дозволяє використовувати їх для мереж напругою 3,3 кВ. У роботі вдосконалено математичну модель електромережі дільниці вугільної шахти шляхом урахування зниження частоти електрорушійної сили вибігу асинхронних двигунів після захисного відключення напруги живлення мережі; зміни активно-ємнісних опорів ізоляції кабельної мережі, що визначають величину струму витoku при відключенні комутаційних апаратів відгалужень; залежності індуктивності автокомпенсатора ємнісної складової струму витoku від сукупної ємності ізоляції трьох фаз мережі відносно землі. Математичну модель подано у вигляді матричного диференційного рівняння, для формування якого використано матрично-топологічний метод аналізу електричних кіл. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні нових та удосконаленні існуючих апаратів захисту від витоків струму на землю в умовах дільничної мережі.

**Ключові слова:** шахта, дільниця, електромережа, виток струму, електроураження.



# Випуск 2/2013 (22). Частина 1

Електромеханічні і енергозберігаючі системи.  
Щоквартальний науково-виробничий журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2/2013 (22). – Ч.1. – 132 с.

ISSN(print) 2072–2052,  
ISSN(online) 2074–9937.

УДК 621.34  
С. 10-16  
Мова Англ.  
Бібл. 16 назв.

### **АДАПТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ СТАТОРА ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

**Пересада С. М., Ковбаса С. Н., Приступа Д. Л., Ляшевський С. Е.**

Синтезовано та експериментально протестовано новий алгоритм ідентифікації невідомих параметрів асинхронного двигуна для процедур самоналаштування асинхронних електроприводів. З метою забезпечення асимптотичної ідентифікації розроблено адаптивний регулятор струму статора, який базується на спостерігачі поточкозчеплення статора. Спеціально сформовані задані траєкторії струмів статора гарантують локальну експоненціальну ідентифікацію трьох параметрів асинхронного двигуна разом з оцінюванням невимірюваного поточкозчеплення статора як при нерухомому, так і при вільно обертовому роторі. Надані результати експериментальних досліджень показують, що розроблений алгоритм гарантує високу точність ідентифікації параметрів і швидкість сходимості похибок у нуль, які не поступаються існуючим у серійних виробках, і є придатним для реалізації процедур самоналаштування систем векторного керування.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, ідентифікація, оцінювання.

УДК 621.313  
С. 17-23  
Мова Укр.  
Бібл. 6 назв.

### **МЕТОДИКА СИНТЕЗУ СТАТИСТИЧНО ОПТИМАЛЬНИХ СИСТЕМ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ**

**Шуруб Ю. В.**

Широкий клас електроприводів, зокрема тих, що використовуються в механізмах сільськогосподарського та комунального призначення, мають стохастичні моменти навантаження, які суттєво погіршують техніко-економічні показники роботи таких електроприводів. Підвищити ефективність їх роботи можливо за рахунок створення замкнутих систем із статистично оптимальними регуляторами. На прикладі замкнутої системи «перетворювач напруги–синхронний двигун» розроблено методику синтезу статистично оптимальних систем за критерієм мінімуму середньоквадратичної похибки регулювання параметру, що стабілізується, яким у випадку регульованого за напругою електропривода в режимі оптимізації енергоспоживання є оптимальне ковзання. Визначено оптимальні структури регуляторів замкнутих електроприводів такого класу залежно від виду випадкових збурень. Моделювання роботи електроприводу дробарки зерна показало ефективність фільтрації статистично оптимальним регулятором високочастотних складових випадкових моментів навантаження, підвищення циклових показників енергоефективності електроприводу, таких як циклові коефіцієнти корисної дії та коефіцієнт потужності, зменшення дисперсій його вихідних параметрів – електромагнітного моменту, швидкості, струму.

**Ключові слова:** асинхронний електропривод, випадкове навантаження, оптимальний регулятор.

---

УДК 622.625.28-83

С. 24-36

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

## **ДВОФАЗНИЙ ТЯГОВИЙ АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД РУДНИКОВИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ**

**Омельченко О. В.**

Наведено дослідження та запропоновано перспективну структуру тягового електроприводу змінного струму рудникового контактного електровоза. Запропоновано ймовірно-статистичний метод для визначення реальних параметрів розподілу електричних навантажень тягових електричних двигунів. Установлено повну відповідність узагальнених параметрів трифазної й двофазної асинхронної машини, що робить їх рівноцінними. Проаналізовано форми струмів і напруг при широтно-імпульсному регулюванні напруги живлення тягових двигунів. Проведено порівняльну оцінку варіантів структур тягових електроприводів, які відрізняються в основному будовою й характеристиками інверторів. Порівняно з традиційним трифазним інвертором двофазний має менший обсяг на 35 %, удвічі менше втрати, на 10 % менше вартість комплектуючих, на 33 % вище надійність. Дослідження на комп'ютерних моделях двофазного тягового асинхронного електроприводу з широтно-імпульсною модуляцією напруги живлення дозволили підтвердити очікувані результати, отримані при аналітичних дослідженнях, і встановити, що найбільш оптимальним законом управління широтно-імпульсною модуляцією слід вважати трапецеїдальний, оскільки він володіє мінімальним спотворенням функцій кривих струму й напруги.

**Ключові слова:** тяговий асинхронний електропривод, двофазний асинхронний двигун, тяговий електротехнічний комплекс.

---

УДК 621.316.761.2

С. 37-43

Мова Укр.

Бібл. 8 назв.

## **КЕРУВАННЯ ПРИСТРОЯМИ ДИНАМІЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЗА НЕСИМЕТРИЧНИХ ШВИДКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**Бурбело М. Й., Кравець О. М., Никитенко М. В., Лобода Ю. В.**

Несиметрія навантажень електротехнологічних установок, яка має динамічний випадковий характер зміни, спричинює виникнення несиметрії напруг у трифазній мережі, що негативно відображається на роботі суміжних споживачів. Для таких установок передбачаються пристрої динамічної компенсації реактивної потужності на базі статичних тиристорних компенсаторів. Розглянуто питання підвищення швидкодії динамічної компенсації реактивної потужності та симетрування навантажень споживачів. Описано математичні моделі та алгоритми для визначення параметрів несиметричних навантажень на основі теорії миттєвої потужності. Описано структурну схему пристрою динамічної компенсації реактивної потужності та симетрування навантажень, що містить два контури регулювання. Виконано моделювання в середовищі Simulink пакету прикладних програм Matlab, за результатами якого зроблено висновок, що час запізнення пристрою динамічної компенсації реактивної потужності для контуру симетрування не перевищує 60 мс.

**Ключові слова:** симетрування навантажень, умовна потужність зворотної послідовності.

УДК 621.318.3: 622.788

С. 44-51

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В НАСОСНОМУ КОМПЛЕКСІ ПРИ КЕРУВАННІ ТРУБОПРОВІДНОЮ АРМАТУРОЮ

**Кравець О. М.**

Розроблено електромеханічну систему зниження динамічних навантажень у трубопровідній мережі насосного комплексу на базі частотно-регульованого електроприводу запірно-регулюючої засувки у складі багатофункціональної фізичної моделі гідротранспортної установки. Це дозволяє виключити неприпустимі підвищення тиску в гідромережі при максимально швидкому закриванні трубопровідної арматури. Отримано криві зміни напору й витрати в перехідних режимах при рівномірному й нерівномірному темпах закривання трубопровідної арматури у випадку аварійного відключення електроживлення насосного агрегату. Експериментально доведено, що ефективним способом зниження динамічних навантажень є нерівномірний темп керування трубопровідною арматурою. Для завдання різних темпів керування і траєкторій закривання засувки використовується спеціальне програмне забезпечення, яке розроблено в середовищі графічного програмування LabVIEW. Реєстрація сигналів тиску й витрати в трубопровідній мережі, напруги та струму в статорному колі частотно-регульованого електроприводу засувки виконується за допомогою вимірювального модулю E14-440 і програмного забезпечення LGRAPH2, які розроблені фірмою L-CARD.

**Ключові слова:** електромеханічна система, регульований електропривод, запірно-регулююча арматура, динамічні навантаження, нерівномірний темп керування.

УДК 621.317.78

С. 52-58

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### ОЦІНКА СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕЖИМУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СПОЖИВАННЯ ЦЕНТРА ЖИВЛЕННЯ КАР'ЄРУ

**Карлик Є. П., Бялобржеський О. В.**

Надано основні результати аналізу добових графіків навантаження, що були зафіксовані на шинах низької напруги головної понижувальної підстанції кар'єру. Наведено діаграму процентного співвідношення потужностей основного електротехнічного обладнання кар'єру та описано особливості його роботи. Доведено необхідність застосування методів математичної статистики для оцінки та визначення групового навантаження. Приведено алгоритм прогнозування групового навантаження, який базується на нормальному розподілу індивідуальних графіків навантаження електротехнологічного обладнання. Алгоритм прогнозування глобально складається з двох частин. У першій частині індивідуальні графіки навантаження досліджуваного обладнання перевіряються на розподіл за нормальним законом. У другій – розраховуються статистичні характеристики та довірчі інтервали індивідуальних навантажень, визначається сумарне навантаження групи електроприймачів ділянки кар'єру. Побудований алгоритм прогнозування групового навантаження дозволяє уточнити групове навантаження, враховуючи при цьому схеми підключення основного обладнання.

**Ключові слова:** система електропостачання, електричні навантаження, електротехнічні установки, графіки навантаження.

УДК 621.3  
С. 60-65  
Мова Англ.  
Бібл. 9 назв.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ У ТРАНСФОРМАТОРАХ

Спалдонова Д.

Розглянуто питання дослідження потоку енергії в електромагнітному полі на основі аналізу елементарних електричних компонентів та електромагнітних перетворювачів на базі електромагнітної теорії Максвелла. Оскільки вивченню принципів роботи базових електричних компонентів та електричних перетворювачів приділяється недостатньо уваги, то й при аналізі процесу перетворення потоку енергії в електромагнітному полі часто допускаються помилки. Однак знання цього процесу є досить важливим для точного розуміння роботи електричних перетворювачів енергії. Для ілюстрації можливостей застосування даної теорії для розрахунку потоку електромагнітної енергії було обрано броньовий трансформатор як один із найчастіше використовуваних електромагнітних перетворювачів. По-перше, було отримано вирази для опису напруженості електричного поля  $E(t)$  та напруженості магнітного поля  $H(t)$  осердя трансформатора та його обмоток. По-друге, було розраховано щільність переданої електромагнітним полем енергії за одиницю часу, тобто щільність потужності, відому як вектор Пойнтінга, для обмоток і осердя трансформатора. На наступному кроці було повторно розраховано передану електромагнітним полем енергію за одиницю часу, тобто передану потужність, для осердя та обмоток трансформатора. Таким чином, було показано реальне розподілення потоків енергії в одному з типів електричних перетворювачів – трансформаторі.

**Ключові слова:** теорія електротехніки, теорія електромагнітного поля, енергія електромагнітного поля, потік енергії електромагнітного поля.

УДК 621.313.323  
С. 66-74  
Мова Укр.  
Бібл. 8 назв.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАТОРА З ЛІНІЙНИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ

Бондар Р. П., Голенков Г. М., Литвин О. Ю., Подольцев О. Д.

Розглянуто вібратор із приводом від лінійного двигуна зворотно-поступального руху. Шляхом лінеаризації рівнянь динаміки отримано розрахункові залежності для основних енергетичних характеристик вібратора залежно від режиму його роботи. У лінійній постановці розглядається одномасова коливальна система, в якій параметри навантаження враховуються як еквівалентні коефіцієнти жорсткості та в'язкого тертя. У нелінійній постановці виконано комп'ютерне моделювання в пакеті Matlab/Simulink енергетичних характеристик з урахуванням нелінійних властивостей механічної та електричної частин комплексної моделі вібратора. Запропоновано Simulink-модель, що враховує залежність параметрів двигуна від навантаження, насичення магнітного кола, зубцеві гармоніки електромагнітної сили та її залежність від кута навантаження, а також несинусоїдність напруги джерела живлення. Виконано порівняння розрахункових характеристик, отриманих за допомогою лінійної моделі та уточненої нелінійної Simulink-моделі. Показано, що на точність визначення характеристик за допомогою лінійної моделі

найбільший вплив має амплітуда коливань якоря двигуна. Зазначено обмеження до застосування лінійної моделі для розрахунків енергетичних характеристик.

**Ключові слова:** лінійний двигун, вібратор, енергетичні характеристики.

УДК 255:29.1

С. 75-85

Мова Рос.

Бібл. 29 назв.

### **ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ У СТАЛІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ГЛИБОКІЙ ЇЇ НАСИЧЕНОСТІ**

**Родькін Д. Й., Ченчевой В. В., Огарь В. О.**

Показано, що існуючі методи визначення втрат у сталі асинхронної машини придатні тільки для початкової прямолінійної (ненасиченої) ділянки кривої намагнічування, що дає значну похибку в режимі насичення, або містять велику кількість невідомих елементів, що робить громіздким і складним використання результатів у практичних цілях. Запропоновано метод, який є подальшим розвитком відомого підходу до визначення втрат у сталі. При цьому враховується зміна індуктивності намагнічування, що дозволяє використовувати його в режимі сильного насичення. Вирази для визначення втрат у сталі надано у функції магнітного потоку, електрорушійної сили і струму, що робить їх придатними для практичного використання.

**Ключові слова:** асинхронна машина, насичення, втрати в сталі.

УДК 621.316.71

С. 86-93

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМИ ПРИВОДА ПОХИЛОГО ДИФУЗІЙНОГО АППАРАТА**

**Кухарчук В. В., Родінков В. І., Коваль А. М.**

Проведено дослідження динамічних режимів роботи дводвигунового приводу похилого дифузійного апарата, який використовується для екстракції соку з бурякової стружки й є ланкою безперервного виробництва цукру. Шнеки апарата приводяться в рух двома двигунами постійного струму з їх різних кінців, між якими виникає значний пружний зв'язок, що є умовою виникнення коливальних режимів. Їх причиною є неоднакове навантаження на валах двигунів, що є наслідком експлуатаційних особливостей роботи приводу. Такі режими неодноразово спостерігались у виробництві та призводили до значних збитків, і це підтверджує актуальність даної роботи. За допомогою розроблених математичних та імітаційних моделей, що описують електромагнітні та електромеханічні процеси приводу, встановлено вплив основних параметрів системи та режиму на динамічні властивості системи. Зокрема встановлено значний вплив пружного зв'язку між механічними органами на можливість виникнення коливальних процесів. Визначено зони стійкості в координатах різних параметрів системи та режиму. Отримані результати можуть бути використані для покращення динамічних властивостей приводу та забезпечення надійного та якісного виконання технологічного процесу.

**Ключові слова:** електричний привод, стійкість системи, динамічні властивості.

---

УДК 621.3  
С. 95-100  
Мова Англ.  
Бібл. 5 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА НОВОЇ КОНЦЕПЦІЇ ПОРІВНЯНО З БАГАТОФАЗНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ НОВІТНЬОЇ КОНЦЕПЦІЇ**

**Ковач Д., Пердуляк Я.**

Розглянуто проблему ефективності енергоперетворення перетворювачами на прикладі застосування вихідної енергії фотогальванічного елемента. Надано нову концепцію однофазного регульованого перетворювача. Показано, що ефективність енергоперетворення запропонованого однофазного регульованого перетворювача не є достатньою. Також розроблено новітню концепцію багатофазного регульованого перетворювача. Новітня концепція дозволяє більш ефективно використовувати енергію фотогальванічної комірки сонячної батареї порівняно з однофазним регульованим перетворювачем. Ефективне використання енергії досягається додаванням п'яти паралельних відводів до запропонованого однофазного регульованого перетворювача. Розроблений алгоритм керування дозволив отримувати вихідну енергію фотогальванічного елемента через один із шести паралельних відводів у будь-який момент часу. Було синтезовано комп'ютерні моделі та побудовано лабораторні експериментальні установки, за допомогою яких отримано експериментальні дані для перевірки теоретичних властивостей однофазного та багатофазного регульованих перетворювачів.

**Ключові слова:** однофазний регульований перетворювач, багатофазний регульований перетворювач, ефективність перетворення енергії.

---

УДК 621.314.26  
С. 101-108  
Мова Рос.  
Бібл. 5 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ**

**Юхименко М. Ю.**

Розглядаються питання розробки математичних моделей, орієнтованих на оцінку й прогнозування енергоефективності роботи асинхронних двигунів, що живляться від перетворювачів змінної напруги, при багатофакторних варіаціях режимних параметрів. Значна увага приділена розробці методики визначення змін електричних втрат у двигуні залежно від способу й параметрів регулювання живлячої напруги. Виконано дослідження й спрогнозовано зміну енергоефективності роботи асинхронного двигуна з урахуванням зміни способу регулювання й параметрів живлячої напруги, а також вигляду навантаження. Аналіз результатів дозволяє виробити рекомендації, направлені на підвищення енергоефективності двигунів шляхом цілеспрямованої зміни поєднання режимних параметрів регуляторів напруги. Для формування узагальнених моделей енергоефективності асинхронних двигунів були розроблені обґрунтовані й ефективні плани на основі методів планування експерименту.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, перетворювач змінної напруги, модель енергоефективності АД, теорія планування експерименту.

УДК 622.62  
С. 109-115  
Мова Рос.  
Бібл. 3 назв.

### **ОДНОФАЗНЕ ВИСОКОЕФЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Дрючин В. Г., Самчелєєв Ю. П., Бєлоха Г. С., Шевченко І. С.**

Розглядається схемотехнічне рішення однофазної системи стабілізації струму, силовий активний фільтр і система управління якої спрощені порівняно з відомою. Силовий активний фільтр виконано за схемою однофазного моста, два плеча якого – на двох IGBT-транзисторах, інші два плеча – на двох конденсаторах. Проведено аналітичне дослідження процесів у силовому активному фільтрі, отримано рівняння, що показують зв'язок величини пульсацій напруги на конденсаторах із частотою мережі, ємністю конденсаторів, напругою мережі й потужністю навантаження. Отримано вирази для розрахунку величини ємності конденсаторів фільтра й частоти релейного режиму. Наведено залежності частоти від струму навантаження для різних значень його опору та індуктивності. Показано інваріантність системи стабілізації до дії збурень. Наведено осцилограми роботи електропривода на базі запропонованої системи стабілізації для двох варіантів: з регулюванням за швидкістю й положенням. В обох випадках електропривод електромагнітно сумісний із мережею.

**Ключові слова:** система стабілізації, електропривод, електромагнітна сумісність.

УДК 621.65:532.528  
С. 117-125  
Мова Рос.  
Бібл. 13 назв.

### **РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ДОСЛІДНОГО КОМПЛЕКСУ-ТРЕНАЖЕРА**

**Кореньков Е. В.**

Показано можливість підготовки відповідного персоналу для ефективного управління режимами роботи гідротранспортних систем із використанням дослідного комплексу-тренажера. Розроблено моделі віртуальних елементів гідротранспортних систем. Сконструйовані технологічні схеми, які відображають одиночну й групову роботу насосних агрегатів на трубопровідну мережу. Запропоновано узагальнений алгоритм конструювання технологічних схем гідротранспортних систем, що здійснює перевірку коректності з'єднання віртуальних елементів на схемі. Продемонстровано можливість формування керуючих впливів на електрогідравлічне обладнання для регулювання продуктивності відповідно до необхідного графіка водоспоживання. Отримано статичні й динамічні характеристики гідротранспортних систем при регулюванні технологічних параметрів із використанням автоматизованих засобів дослідницького комплексу-тренажера.

**Ключові слова:** дослідницький комплекс-тренажер, гідротранспортна система, технологічна схема, віртуальний елемент, перехідні процеси.



# Випуск 2/2013 (22). Частина 2

Електромеханічні і енергозберігаючі системи.  
Щоквартальний науково-виробничий журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2/2013 (22). – Ч. 2. – 454 с.

ISSN(print) 2072–2052,  
ISSN(online) 2074–9937.

УДК 621.318  
С. 18-24  
Мова Рос.  
Бібл. 15 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ В ДИСКОВОМУ СЕПАРАТОРІ З МАГНІТНОЮ СИСТЕМОЮ СПІРАЛЬНОГО ТИПУ**

**Шведчикова І. О., Земзюлін М. О.**

Запропоновано нову конструкцію дискового магнітного сепаратора для очищення сипучих матеріалів із магнітною системою спірального типу. Обґрунтовано, що розміщення постійних магнітів по спіралі підвищує ефективність розвантаження вилучених феромагнітних включень. Здійснено чисельний розрахунок тривимірного магнітного поля магнітної сили в робочій зоні з урахуванням реальної конструкції сепаратора. Встановлено, що розподіл магнітної індукції в повітряному проміжку суттєво залежить від конфігурації магнітних систем. Доведено, що при низькій висоті підвіски сепаратора над шаром сипучого матеріалу найбільш ефективною слід вважати магнітну систему з максимальною кількістю полюсів. Наведено результати попередніх розрахунків поля для різних геометричних співвідношень активної частини й маси постійних магнітів. Результати дослідження можуть бути використані для вибору оптимальних параметрів магнітної системи сепаратора.

**Ключові слова:** магнітний сепаратор, постійний магніт, магнітне поле, метод скінченних елементів.

УДК 621.3.013:621.318.3  
С. 25-28  
Мова Рос.  
Бібл. 10 назв.

### **РОЗРАХУНОК ТРИВИМІРНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВІБРАТОРА З ШИХТОВАНИМ МАГНІТОПРОВОДОМ**

**Черно О. О., Гуров А. П., Грань О. М., Топалов А. М.**

Проведено чисельне моделювання тривимірного магнітного поля електромагнітного вібратора. Запропоновано рекомендації щодо побудови розрахункової моделі, що враховує коефіцієнт заповнення шихтованого магнітопровода й просторовий розподіл магнітного потоку, який проходить через витки обмотки.

**Ключові слова:** електромагнітний вібратор, магнітне поле, шихтований магнітопровід.

УДК 621.313  
С. 29-34  
Мова Рос.  
Бібл. 15 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОБЕРНЕНОГО ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА ЗІ ЗМІННОЮ ВЗАЄМНОЮ ІНДУКТИВНІСТЮ ФАЗ**

**Васильєв Л. О., Мнускін Ю. В., Боєв А. Є.**

Проаналізовано підходи до математичного моделювання електромагнітних процесів у вентильних реактивних двигунах зі змінною взаємною індуктивністю фаз. Представлено математичну модель, засновану на відображенні магнітної системи оберненого двигуна за

допомогою розгалуженої заступної схеми з нелінійно-параметричними елементами, яка дозволяє враховувати дискретність структури зубцово-пазових шарів електромеханічного перетворювача, загальне й локальне насичення магнітопроводів статора й ротора, живлення від напівпровідникового перетворювача. Представлена математична модель може бути застосована для оптимізації конструкції електромеханічного перетворювача й алгоритмів керування.

**Ключові слова:** вентильний реактивний двигун, математична модель, заступна схема, нелінійний параметричний елемент.

УДК 621.313.13

С. 35-41

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

### **РОЗРОБКА ТЕПЛОВИХ СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЇ КАРТИНИ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА**

**Калініченко А. В.**

Описано причини появи дефектів у осерді статора вентильно-індукторного двигуна. Розглянуто механізм впливу таких дефектів на тепловий стан пазової та міжвиткової ізоляції обмотки. Наведено способи, за допомогою яких можливо визначити місця локальних пошкоджень та величини втрат у них. Розглядаються існуючі методи визначення теплового стану вентильно-індукторного двигуна, їх переваги та недоліки. Обґрунтовано вибір методу теплового розрахунку вентильно-індукторного двигуна при зміні стану осердя. Описано методику розрахунку теплових опорів для різних середовищ статора, через які проходять основні теплові потоки. Теплова схема, яка побудована для основних теплових потоків та джерел теплоти, розбивається на N-у кількість частин, число яких визначається на основі цілих і ушкоджених частин статора, що дає змогу визначати температури у місцях локальних пошкоджень. На основі отриманої схеми заміщення було складено систему рівнянь, розв'язання якої дасть значення температур окремих частин статора.

**Ключові слова:** вентильно-індукторний двигун, тепловий розрахунок, метод теплових схем.

УДК 621.313.84:621.313.333.821

С. 42-45

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **ПОКАЗНИКИ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ МОРСЬКИХ ХВИЛЬ**

**Кондратенко І. П., Ращепкін А. П., Ващишин Д. Д.**

Представлено пристрій для перетворення енергії морських хвиль на базі плоского двостороннього лінійного генератора. Приведено закон динамічної рівноваги електромеханічної системи пристрою для перетворення енергії морських хвиль. Проведено дослідження динамічного режиму роботи лінійного генератора на активне навантаження для випадку жорсткого з'єднання індуктора генератора та буя. Досліджено вплив маси коливальної системи на потужність лінійного генератора при різних значеннях коефіцієнту жорсткості пружини та коефіцієнту тертя. Встановлено вплив сил інерції на

закон коливання індуктора лінійного генератора, що полягає в підвищенні амплітуди коливань індуктора. Проведено аналіз доцільності використання пружинного блоку, який призначений для підвищення швидкості повертання індуктора в нижнє положення, та встановлено неефективність використання пружини при жорсткому з'єднанні бую та індуктора лінійного генератора.

**Ключові слова:** лінійний генератор, енергія морських хвиль.

УДК 621.313

С. 46-51

Мова Укр.

Бібл. 9 назв.

### **РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ІЗ РІЗНИМ СТУПЕНЕМ НАПРАЦЮВАННЯ НА ВІДМОВУ**

**Сьомка О. О.**

Запропоновано підхід до прогнозування показників надійності електричних машин із різним ступенем напрацюванням на відмову. Ідея ґрунтується на спільному використанні прискорених випробувань для визначення поточних значень досліджуваних показників надійності та законів розподілу для прогнозування їх зміни в електричних машинах із різним ступенем напрацювання на відмову. Це дозволяє прогнозувати передбачувані показники надійності електричної машини за умови наявності мінімальної інформації про її поточний стан. Також за результатами прогнозування надійності електричної машини, отриманими в процесі випробувань, можливо розробляти більш ефективні заходи щодо забезпечення працездатності конструктивних вузлів та електричної машини в цілому.

**Ключові слова:** показники надійності, прискорені випробування, закони розподілу відмов, електрична машина.

УДК 621.318

С. 52-57

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

### **АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ ПРОСТОРОВИХ КОМПОЗИЦІЙ БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ІЗ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ**

**Ткач С. А., Шведчикова І. О.**

Обґрунтовано актуальність розробки систем автоматизованого синтезу багатоелементних електромеханічних систем. Запропоновано принципово новий підхід до побудови такої системи, що ґрунтується на використанні генетичного банку даних як основного структурно-функціонального блоку. Описано структуру генетичного банку даних, що включає таблиці, які об'єднуються між собою зв'язком «один до багатьох». Розроблено програмний модуль «Isomeg maker», інтегрований до генетичного банку даних. У системі реалізовано принцип зворотного зв'язку, що спрощує процес вибору технічних рішень для кожної конкретної задачі завдяки накопиченню знань про електромеханічні пристрої. Показано, що апробація розробленої системи проводитиметься для багатоелементних магнітосепаруючих пристроїв.

**Ключові слова:** автоматизація, банк даних, програма, синтез.

---

УДК 621.928.8

С. 58-62

Мова Укр.

Бібл. 17 назв.

### **РОЗРОБКА МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ВИСОКОГРАДІЄНТНОЇ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ НАНОЧАСТИНОК**

**Волканін Є. Є., Ляшенко В. П.**

Описано метод розрахунку системи магнітної сепарації. Така технологія може бути застосована для отримання монодисперсної фракції наночастинок. Визначено вихідні дані для розрахунку високоградієнтного сепаратора. У зв'язку з тим, що стрижні матриці захоплюють найбільш магнітні частинки з вихідного розчину, сепарація за фракціями здійснюється в декілька етапів. У кожному етапі використовуються різні матриці для захоплення певного діапазону розмірів частинок. Розроблений метод призначено для розрахунку одного етапу сепарації. Метод складається з наступних кроків: підбір параметрів магнітної системи, визначення геометричних параметрів елементу матриці, обчислення розміру найменшої частинки у відокремленому діапазоні, визначення областей захоплення та притягнення стрижня, корекція параметрів за необхідності. На основі розробленої методики розрахунку визначено конструктивні особливості матриці та сепараційного каналу, які дозволяють збільшити продуктивність системи.

**Ключові слова:** високоградієнтна магнітна сепарація, магнітні наночастинок.

---

УДК 621.365

С. 63-67

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ І ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ІНДУКТОРІ ДЛЯ НАГРІВУ СИПКИХ СЕРЕДОВИЩ**

**Березюк А. О., Кондратенко І. П., Ращепкін А. П.**

Розроблено комбінований метод розрахунку теплових і електромагнітних полів циліндричного індуктора із завантаженням у вигляді пучка феромагнітних стержнів. В основу методу покладено аналітичне рішення електромагнітних характеристик і 2-D (FEM) моделювання розподілу температурних полів методом кінцевих елементів.

**Ключові слова:** індуктор, індукційний нагрів, температурне поле, електромагнітні характеристики.

---

УДК 621.313.13

С. 68-71

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **АНОРМАЛЬНІ РЕЖИМИ РОБОТИ ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА З ОДНОЧАСНОЮ КОМУТАЦІЄЮ ФАЗ**

**Васильєв Л. О., Мнускін Ю. В., Лужнєв А. І.**

З метою підвищення ефективності роботи вентильних реактивних двигунів запропоновано спосіб одночасної комутації фаз, який вимагає введення в схему живлення вентильного реактивного двигуна нових елементів, що можуть вплинути на надійність

двигуна. Необхідно виявити можливі аномальні режими роботи вентильного реактивного двигуна з одночасною комутацією фаз, які негативно позначаються на його працездатності й можуть призвести до виникнення аварійної ситуації. Розглянуто можливі аномальні режими, які не пов'язані з роботою системи керування двигуна. Зроблено висновок, що вентильні реактивні двигуни з одночасною комутацією фаз є стійкими до негативного впливу низки зовнішніх і внутрішніх факторів та мають високу стабільність характеристик. Відомості про аномальні режими використовуються для правильної побудови алгоритмів керування двигуном.

**Ключові слова:** вентильний реактивний двигун, одночасна комутація фаз, аномальні режими роботи, механічні характеристики.

УДК 621.313.333

С. 72-78

Мова Рос.

Бібл. 12 назв.

### **ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ОБЕРТОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ БЕЗКОНТАКТНИХ АСИНХРОНІЗОВАНИХ МАШИН ІЗ РІЗНИМИ СХЕМАМИ З'ЄДНАННЯ ЯКІРНИХ ОБМОТОК ЗБУДНИКІВ**

**Галіновський О. М.**

Системи збудження безконтактних асинхронізованих машин із низькими частотами ковзання розробляються на базі каскадних електромашинних збудників і безпосередніх перетворювачів частоти з природною комутацією й модульованою напругою. При струмах навантаження, менших за струм уставки, застосовується сумісне управління зустрічно включеними тиристорами за частотою заповнення биття напруг. Відомі дослідження математичних моделей безконтактних асинхронізованих генераторів із доказом їх працездатності при з'єднанні обмоток збудників в одну точку. Результати наших досліджень математичних моделей та лабораторних макетів машин показали непридатність вказаного з'єднання обмоток. Зміна режимів роботи машин призводить до зміни режимів роботи перетворювача, зміни кута управління тиристорами. Метою роботи є дослідження впливу кута управління тиристорами на роботу перетворювача частоти, розробка рекомендацій по застосуванню схем з'єднання якірних обмоток збудників безконтактної асинхронізованої машини. Модель перетворювача досліджується в системі схемотехнічного моделювання при коефіцієнті потужності навантаження  $\cos\varphi_n = 1 \dots 0.7$  та куту управління тиристорами  $\alpha_u = +60^\circ \dots -60^\circ$ . При з'єднанні якірних обмоток збудників в одну точку перетворювач працездатний тільки при упереджувачому куту управління  $\alpha_u \approx 50^\circ \dots 15^\circ$ . Проте внаслідок режимів перекидання інвертора істотно спотворюється форма кривої напруги навантаження перетворювача. При менших упереджувачих кутах управління в зоні переходу струму навантаження через нуль можливі струми короткого замикання якоря збудника. При відстаючих кутах управління настає зрив роботи перетворювача. При комбінованому потенційному роз'єднанні якірних обмоток збудника перетворювач забезпечує високу якість форми напруги й струму навантаження при  $\alpha_u = +60^\circ \dots -60^\circ$ . При  $\cos\varphi_n > 0,87$  можливе регулювання струму навантаження величиною відстаючого кута управління. При з'єднанні якірних обмоток каскадного збудника в одну точку можливі короткі замикання, які істотно спотворюють напругу навантаження перетворювача й можуть його пошкодити; рекомендується завжди застосовувати комбіноване потенційне роз'єднання якірних обмоток збудників.

**Ключові слова:** асинхронізовані машини, перетворювач, збудник, якірні обмотки.

---

УДК 255:29.1

С. 80-85

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕКТОРНО КЕРОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ЛІНІЙНИМ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ ПРИ ВРАХУВАННІ КРАЙОВИХ ЕФЕКТІВ**

**Яремов О. І., Островерхов М. Я.**

Розкрито основні положення отримання динамічної моделі лінійного асинхронного двигуна, розробки законів полеорієнтованого керування координатами лінійного асинхронного електропривода. Приведено аналіз доцільності використання моделі лінійного двигуна на основі схеми заміщення фази обмотки індуктора зі змінними параметрами в колі намагнічування. Запропоновано методи синтезу робастних законів керування й рівняння спостерігача потокозчеплення первинного кола намагнічування пониженого порядку. Виконано моделювання системи керування швидкістю лінійного асинхронного електроприводу й проведено порівняльний аналіз його результатів для традиційної та модифікованої моделі лінійного двигуна.

**Ключові слова:** лінійний електропривод, математична модель, крайовий ефект, векторне керування.

---

УДК 621.77

С. 86-92

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНІЗОТРОПІЙНИХ РЕГУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

**Нікітіна Т. Б., Татарченко М. О.**

Розроблено методику синтезу й експериментального дослідження ефективності анізотропійних регуляторів двомасової електромеханічної системи при випадкових зовнішніх діях. Синтез анізотропійних регуляторів зводиться до рішення трьох рівнянь Ріккати, рівняння Ляпунова й одного алгебраїчного рівняння. Наведено приклади порівняння експериментальних характеристик двомасової електромеханічної системи з анізотропійними й типовими регуляторами в різних режимах роботи.

**Ключові слова:** анізотропійні регулятори, двомасова електромеханічна система, експериментальні дослідження.

---

УДК 62-503.54+62-503.55+004.896

С. 93-99

Мова Рос.

Бібл. 8 назв.

### **НЕЧІТКА ПОЗИЦІЙНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ ІЗ ФУНКЦІЄЮ РОЗВ'ЯЗКУ ЗВОРОТНОЇ КІНЕМАТИЧНОЇ ЗАДАЧІ**

**Конох І. С., Репецький В. О., Кабашта М.**

Описано алгоритм розв'язку зворотної кінематичної задачі робототехніки з використанням нечіткої логіки. Запропоновано схему включення нейронного регулятора й досліджено показники якості керування. Порівняно з традиційними методами керування застосування нечітких контролерів дозволяє апроксимувати безліч розв'язків зворотної

---

кінематичної задачі для заданої конфігурації маніпулятора. Це дає можливість швидше отримати розв'язок задачі, не вдаючись до використання складних аналітичних залежностей і рекурсивних способів пошуку оптимального розв'язку задачі.

Запропоновано програмне забезпечення для реалізації розв'язку зворотної кінематичної задачі робототехніки, яка може бути використана для керування маніпулятором Puma 560 або іншим роботом такої ж кінематичної схеми. При переналаштуванні нечітких контролерів, можливе керування маніпуляторами інших кінематичних схем.

**Ключові слова:** нечіткий контролер, маніпулятор, автоматичне керування.

УДК 681.51, 621.365, 255:29.1

С. 100-102

Мова Укр.

Бібл. 2 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДУГ ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ З НЕЙРОРЕГУЛЯТОРОМ NN PREDICTIVE CONTROLLER**

**Паранчук Я. С., Мацигін А. Б.**

Запропоновано структуру системи регулювання електричного режиму дугової сталеплавильної печі з нейрорегулятором. Виконано проектування нейрорегулятора NN Predictive Controller. Створено цифрову модель системи регулювання електричного режиму дугової сталеплавильної печі з нейрорегулятором. Подано результати комп'ютерного симулювання електричного режиму дугової сталеплавильної печі з нейромережевою системою керування. Отримані результати досліджень підтвердили поліпшення показників динаміки регулювання довжин дуг порівняно із серійним регулятором потужності.

**Ключові слова:** нейрорегулятор, стабілізація, комп'ютерна модель, регулятор потужності дуг.

УДК 621.311.4.031

С. 103-110

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ FUZZY-КОНТРОЛЕРА**

**Бойко С. М., Щербак М. А., Сенько В. І., Жуков А. О.**

На сьогодні проблема якісного електропостачання споживачів займає одне з найважливіших місць в енергетиці та електротехніці. Розглядаючи роботу вітрового електротехнічного комплексу, слід звернути увагу на те, що робота самого вітроколеса має змінний характер, викликаний стохастичною характеристикою повітряного потоку. Робота генератора, що входить до складу вітрового електротехнічного комплексу, безпосередньо залежить від характеру роботи вітрового колеса, а отже й вихідні параметри генератора, такі як напруга та частота, змінюватимуться залежно від швидкості повітряного потоку і, як наслідок, від швидкості обертання валу генератора. Зважаючи на вищевказані особливості, питання щодо керування вихідними параметрами вітроелектротехнічного комплексу є актуальним і тому постає необхідність у вирішенні даної проблеми. Пропонується



вирішення проблеми змінних вихідних параметрів генератора шляхом створення системи керування на базі мікроконтролера. Керування пропонується здійснювати за допомогою нечітких множин, використання яких допоможе враховувати зміни в системі, зумовлені стохастичною природою повітряних потоків. Використання даної системи керування для вітроелектротехнічних комплексів дозволить забезпечити стабільне та якісне електропостачання споживачів.

**Ключові слова:** вітровий електротехнічний комплекс, закон керування, нечіткі правила, нечіткий регулятор, база знань.

УДК 621.313

С. 111-114

Мова Рос.

Бібл. 3 назв.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІНІЙНОГО ІНДУКЦІЙНО-ДИНАМІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА В РЕЖИМІ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ**

**Коломієць В. В., Семенець Д. А., Кобилянський Б. Б.**

Обґрунтовано необхідність дослідження характеристик електромеханічного приводу для реалізації лінійних переміщень у мікрометровому діапазоні – лінійного індукційно-динамічного перетворювача. Привод розглянуто як система компонентів пружної механічної частини, що приводиться в рух електромагнітною силою, яка розвивається плоскою котушкою короткозамкненого якоря, жорстко сполученою з робочим органом, рухомою в магнітному полі індуктора. Котушка індуктора збуджується періодичними прямокутними імпульсами, які характеризуються амплітудою, частотою, шпаруватістю. На підставі відомих результатів оптимізації подібних пристроїв визначено розрахункові співвідношення для основних параметрів лінійних індукційно-динамічних перетворювачів у функції діаметру індуктора. Розроблено математичну модель лінійного індукційно-динамічного перетворювача для режиму малих переміщень. На підставі отриманої моделі визначено регульовальні характеристики й проведено аналіз типів керуючих дій для перетворювача. Проведено аналіз керуючих сигналів приводу. Розроблена модель і отримані співвідношення дозволяють надалі виконувати розробку лінійних індукційно-динамічних перетворювачів з урахуванням реальних вимог виконавчих механізмів і оптимізувати параметри пристрою за різними критеріями.

**Ключові слова:** привод мікропереміщень, лінійний індукційно-динамічний перетворювач.

УДК 62.83.52

С. 115-118

Мова Рос.

Бібл. 2 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ РІЗНИХ ЗАКОНАХ СКАЛЯРНОГО УПРАВЛІННЯ**

**Чермалих В. М., Чермалих О. В., Майданський І. Я.**

На основі аналізу рекомендацій щодо застосування принципів скалярного управління частотно-регульованим електроприводом розглянуто основні закони зміни напруги, що підводиться до двигуна, у функції частоти. За допомогою синтезованої універсальної віртуальної моделі досліджені динамічні та енергетичні характеристики системи перетворювач частоти–асинхронний двигун при різному сполученні законів скалярного

управління й виду моменту навантаження. За результатами моделювання зроблено висновки й надано коментар відносно раціонального застосування відповідних законів скалярного управління залежно від типу навантаження.

**Ключові слова:** електропривод, частотне регулювання, скалярне управління, моделювання.

УДК 62-83  
С. 119-123  
Мова Рос.  
Бібл. 7 назв.

### **МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БАГАТОДВИГУННОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

**Смотров Є. О.**

Розглядається структурна схема тягового електрообладнання багатодвигунного електротранспортного засобу, що містить органи управління, систему управління верхнього рівня й незалежні електроприводи ведучих коліс. Для комплексного дослідження та забезпечення ефективної роботи незалежних електроприводів ведучих коліс, що взаємопов'язані через дорожнє полотно, пропонується модель, яка враховує зазначений зв'язок і можливість виникнення нелінійних режимів руху колеса – проковзування.

**Ключові слова:** багатодвигунний електротранспортний засіб, модель, зв'язок через дорожнє полотно.

УДК 621.313  
С. 124-127  
Мова Рос.  
Бібл. 3 назв.

### **ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ**

**Буряковський С. Г., Маслій Ар. С., Маслій Ан. С.**

Поряд з удосконаленням існуючих стрілочних приводів шляхом заміни ненадійних елементів світовими компаніями проводиться робота над створенням нових їх типів з метою підвищення надійності, швидкодії й отримання високих швидкостей руху по стрілках. У даній роботі запропоновано спосіб модернізації існуючих стрілочних переводів на основі вентильно-реактивного двигуна, а також проектування безредукторного стрілочного переводу на основі лінійного двигуна.

**Ключові слова:** вентильно-індукторний двигун, лінійний двигун, стрілочний перевід.

УДК 621.313.333  
С. 128-134  
Мова Укр.  
Бібл. 7 назв.

### **АДАПТИВНА СИСТЕМА КОМПЕНСАЦІЇ НЕСИМЕТРІЇ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В СИСТЕМІ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

**Чумачова А. В.**

Показано необхідність використання адаптивної системи компенсації несиметрії асинхронного двигуна в системі частотно-регульованого електропривода. Запропоновано

проводити розрахунок необхідних параметрів системи керування із використанням регресійної моделі роботи електропривода з функцією компенсації несиметрії асинхронного двигуна. Показано, що рівень компенсації змінних складових потужності та електромагнітного моменту асинхронного двигуна, викликаних його несиметрією, залежить від значення коефіцієнту підсилення у прямому каналі системи керування та від рівня навантаження двигуна. Шляхом побудови регресійної моделі отримано аналітичну залежність коефіцієнту підсилення від рівня завантаження та заданого рівня компенсації змінної складової, що дозволяє побудувати адаптивну систему керування частотно-регульованим електроприводом із функцією компенсації несиметрії асинхронного двигуна.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, регресійна модель, компенсація, система керування.

УДК 621.65.052

С. 135-141

Мова Рос.

Бібл. 9 назв.

### ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ТЕСТОВОМУ ГАРМОНІЧНОМУ ВПЛИВІ

**Ковальчук В. Г., Коренькова Т. В.**

Виконано аналіз існуючих методів визначення параметрів діючих насосних установок. Показано, що використання методу миттєвої потужності дозволяє розширити спектр визначених параметрів насосного комплексу без необхідності встановлення додаткової контрольно-вимірювальної апаратури. Запропоновано еквівалентну схему заміщення з розділенням параметрів на активні й індуктивні опори, що дозволяє враховувати інерційні втрати напору в трубопроводі. Доведено, що в основі ідентифікації повинні лежати рівняння енергобалансу складових миттєвої потужності всіх елементів енергетичного каналу насосного комплексу. Отримано достатню кількість ідентифікаційних рівнянь для визначення необхідних параметрів гідросистеми. Відмічено, що запропонований енергетичний підхід може бути використаним для вирішення задач ідентифікації параметрів насосних комплексів із груповою роботою насосних агрегатів із регульованим і нерегульованим електроприводом насосів.

**Ключові слова:** миттєва потужність, рівняння енергобалансу, ідентифікація параметрів, еквівалентна схема заміщення, насосний комплекс.

УДК 522.512:622.23.05

С. 142-146

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ НАФТОВИДОБУТКУ

**Шевчук С. П., Сліденко В. М., Гранкін Р. В., Сандул В. М.**

Установлено доцільну стратегію резервування й відновлення імпульсно-хвильового пристрою інтенсифікації нафтовидобутку для забезпечення безвідмовного режиму функціонування в умовах агресивного середовища. За умов відсутності конкретних зовнішніх симптомів, що характеризують ту чи іншу несправність, значно ускладнюється задача контролю пристрою інтенсифікації нафтовидобутку, тому для вирішення питань діагностики застосовувалися логічні (допускові) методи. Розроблено логічну схему для резервованої системи, згідно з якою визначено мінімальну перевіряючу сукупність

контрольованих параметрів, що дозволяє охарактеризувати технічний стан об'єкту. За допомогою структурно-наслідкового аналізу розроблено алгоритм діагностування. Визначено кількісні показники надійності, такі як ймовірність безвідмовної роботи та коефіцієнт готовності, побудовано графіки функції готовності для резервованої та нерезервованої системи.

**Ключові слова:** діагностування, резервування, інтенсифікація нафтовидобутку, імпульсно-хвильовий депресатор.

---

УДК 621.313.332-523

С. 147-152

Мова Рос.

Бібл. 5 назв.

### **СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА**

**Зачепа Ю. В., Конох І. С.**

Виконано розрахунок параметрів і запропоновано структуру адаптивної системи стабілізації вихідної напруги асинхронного генератора за мінімумом квадрата похибки регулювання за каналом збурення. Робота здійснюється за принципом зонного керування. Проведено вибір обладнання й представлено технічне рішення щодо реалізації запропонованої системи стабілізації напруги асинхронного генератора.

**Ключові слова:** асинхронний генератор, система автоматичного регулювання.

---

УДК 621.382:621.313.32

С. 153-157

Мова Укр.

Бібл. 8 назв.

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗІ VLDC ІЗ КВАЗИСИНУСОЇДНОЮ КОМУТАЦІЄЮ ОБМОТОК ЯКОРЯ**

**Козій В. Б.**

Надано результати експериментальних досліджень розробленого способу дискретної комутації обмоток якоря безредукторної синхронної машини з постійними магнітами, названого нами квазисинусоїдним. Запропонований спосіб, на відміну від традиційних способів дискретної комутації шляхом позиційного перемикачів кратної трьом кількості базових векторів фазної напруги, дає змогу сформувати довільну їх кількість, яка визначається дискретністю точкового давача кутового положення ротора. Приведено результати п'яти експериментів із використанням різної кількості базових векторів фазної напруги: 6, 8, 12, 18 і 24. Для експериментальних досліджень застосовано створену нами систему безредукторного електроприводу інфранизької швидкості у складі багатополусної синхронної машини з постійними магнітами та плати мікроконтролерного керування з відповідним інтерфейсом. Різна кількість дискретних давачів кутового положення ротора імітувалася завдяки використанню дванадцятирозрядного абсолютного енкодера. Для цього було створено п'ять різних підпрограм для мікроконтролера, які формують базові щільності ШІМ-сигналів для керування транзисторами шестиключового трифазного інвертора напруги. Отримані експериментально для кожного з варіантів осцилограми сформованої фазної напруги й струму якоря дають змогу оцінити пульсації струму, а кутової швидкості – пульсації електромагнітного моменту, що дозволяє рекомендувати достатню дискретність комутації в конкретних застосуваннях.

**Ключові слова:** безредукторний електропривод, синхронна машина з постійними магнітами, давачі кутового положення ротора, мікроконтролерне керування.

---

УДК 621.313

С. 158-161

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА**

**Мазуренко Л. І., Бібик О. В., Білик О. А., Жуков Л. О.**

Розроблено стенд для дослідження експериментального зразка вентиляно-індукторного двигуна конфігурації 6/4 на базі асинхронного двигуна 4AA56A4УЗ з використанням комутатора із С-скиданням і коливальним поверненням енергії. Проведено дослідження режимів роботи двигуна. Отримано осцилограми струмів та напруг. Визначено механічні й енергетичні характеристики двигуна при різних напругах живлення ланки постійного струму, втрати двигуна, розроблено рекомендації щодо його використання для обладнання з регулюванням частоти обертання, у тому числі поршневих компресорів.

**Ключові слова:** вентиляно-індукторний двигун, комутатор, експериментальні дослідження, механічні та енергетичні характеристики.

---

УДК 62-521:62-868:62-531.7

С. 162-169

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

### **ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ**

**Чубик Р. В., Явір В. В., Горбатюк Р. М.**

Розроблено електромеханічну модель адаптивної вібраційної машини з тороїдальним робочим контейнером, яка здатна автоматично забезпечувати стабільність технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля тороїдальної камери протягом заданого часу (циклу) віброобробки при постійному резонансному режимі роботи та довільній масі завантаження робочої камери оброблюваними деталями й середовищем.

**Ключові слова:** адаптивна вібромашина, адаптивне керування, керований вібропривод.

УДК 62:621.3

С. 170-175

Мова Рос.

Бібл. 9 назв.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО БОРТОВОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

**Вершинін Д. В., Смотров Є. О., Суботін В. В., Сусленко О. Ю.**

Розглянуто актуальні проблеми реалізації рекуперативного гальмування на автономних електротранспортних засобах з комбінованим джерелом живлення. Проведено аналіз їх впливу й розглянуто інтелектуальні алгоритми, що дозволяють у значній мірі знизити рівень втрат в енергосиловому комплексі транспортного засобу. Запропоновано можливі шляхи вдосконалення алгоритмів регулювання рекупераційної системи.

**Ключові слова:** електротранспорт, суперконденсатори, рекуперативне гальмування.

УДК 621.3  
С. 176-179

Мова Англ.  
Бібл. 8 назв.

### **ТОПОЛОГІЇ СХЕМ ВИСОКОЧАСТОТНИХ РЕЗОНАНСНИХ ІНВЕРТОРІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ**

**Оцілка М., Ковач Д.**

Описано та узагальнено принципи роботи та властивості двох розроблених топологій високочастотних інверторів для застосування в задачах індукційного нагрівання. Описано топологію кіл, базові принципи роботи та деякі особливі властивості резонансних перетворювачів типу «напівміст» серії ZVZCS та «трирівневий ШІМ» серії ZVS.

**Ключові слова:** індукційне нагрівання, резонансний перетворювач, перемикання нульової напруги, перемикання нульового струму.

УДК 621.3  
С. 180-183

Мова Англ.  
Бібл. 6 назв.

### **ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ**

**Дзіак Д., Томчікова І.**

Розглянуто декілька методів аналізу електричних кіл. Визначено переваги й недоліки кожного з розглянутих методів та виконано оцінювання можливості їх застосування для моделювання електричних кіл. Виокремлено загальну процедуру мережевого аналізу та процедуру аналізу для кожного з методів. Надано критерії порівняння методів. Методи моделювання електричних кіл порівняно згідно із запропонованим критерієм.

**Ключові слова:** моделювання електричних кіл, комп'ютерне моделювання, мережевий аналіз.

УДК 62-83-52  
С. 184-188

Мова Укр.  
Бібл. 8 назв.

### **РОЗПІЗНАВАННЯ СТАНУ СВЕРДЛОВИНИ ТА НАФТОВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

**Андрейшин А. С.**

Розглянуто методи керування та діагностики штангової глибинно-помпової установки. перевірено можливість правильного визначення коефіцієнта заповнення свердловини, розпізнаючи зображення динамограм та струмограм. побудовано та налаштовано рекурентну двошарову нейронну мережу хопфілда та проведено дослідження її роботи на створеній моделі штангової глибинно-помпової установки. зроблено висновки щодо переваг та недоліків використання підходу розпізнавання образів для розрахунку коефіцієнта заповнення свердловин та діагностики стану обладнання.

**Ключові слова** нейронна мережа, нафтовидобувна установка, динамограма, розпізнавання образів.

---

УДК 621.31  
С. 189-195  
Мова Укр.  
Бібл. 12 назв.

### **ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИЛОВИХ IGBT У СКЛАДІ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЕНЕРГІЇ\***

**Мельников В. О.**

Однією з найбільш ефективних енергозберігаючих та ресурсозберігаючих технологій, що визнано світовою практикою, є впровадження в усі галузі промисловості систем регульованого електроприводу, які характеризуються застосуванням напівпровідникових перетворювачів енергії. У загальному випадку робота напівпровідникових ключів супроводжується статичними та динамічними втратами, величина яких суттєво залежить від схемно-технічного рішення та конструктивного виконання перетворювача. Надано експериментальні дослідження роботи IGBT як ключового елемента силового напівпровідникового перетворювача енергії. Проведені дослідження щодо впливу додаткових схемних рішень регулювання швидкості перемикання силового ключа на втрати енергії при роботі на активне та активно-індуктивне навантаження дозволили виявити, що застосування додаткових кіл формування робочої точки IGBT забезпечує роздільне регулювання швидкостей увімкнення та вимкнення транзисторних ключів. Однак дані процеси супроводжуються значним збільшенням втрат енергії. У роботі також надано експериментальні дослідження впливу захисних кіл IGBT від перенапруги на їх комутаційні характеристики та на втрати енергії в напівпровідникових перетворювачах при роботі на активне та активно-індуктивне навантаження. Застосування додаткових схем захисту транзисторів у деякій мірі дозволяє вирішити завдання зменшення величини перенапруги на ключі, однак спостерігається суттєве погіршення таких комутаційних параметрів IGBT, як час увімкнення та вимкнення, що призводить до збільшення втрат енергії в процесі перемикання транзистора. Оцінка втрат енергії дозволяє визначити тепловий стан ключів на базі IGBT, що на етапі проектування напівпровідникових перетворювачів енергії разом із ретельною конструктивною проробкою, компактним розміщенням силових елементів та мінімізацією електричних зв'язків між ними дозволяє зменшити ймовірність попадання транзисторного ключа в один із режимів пробую.

**Ключові слова:** напівпровідниковий ключ, динамічні втрати, швидкість перемикання, захисні кола.

---

УДК 621.311.68  
С. 196-199  
Мова Укр.  
Бібл. 2 назв.

### **СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПАЛИВА ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ**

**Гладир А. І., Лещук О. Ю., Калінов А. П.**

Для оптимізації та вдосконалення роботи автономних джерел електроенергії проведено аналіз роботи механічного регулятора системи стабілізації обертів валу двигуна внутрішнього згорання генераторної установки як найбільш важливої складової механізму при забезпеченні необхідної напруги генератора. На шляху до створення відповідної системи було висунуто основні вимоги до електромеханічної системи

стабілізації обертів автономного джерела електроенергії. Було проведено модернізацію генераторної установки за рахунок використання частотно-регульованого електропривода засувки подачі палива, робота якого керується програмованим логічним контролером за умови використання сучасних цифрових датчиків. Було розроблено алгоритм роботи модернізованої системи стабілізації обертів, що надало можливість експериментального дослідження роботи обладнання при динамічній зміні навантаження. Аналіз динамічних режимів роботи при зміні керуючих та збурюючих впливів показав достатню якість регулювання частоти обертання вала двигуна внутрішнього згорання генераторної установки.

**Ключові слова:** система стабілізації обертів, генераторна установка.

УДК 62.83.52

С. 200-204

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

### **ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ, ЩО МІСТЯТЬ ПІД-РЕГУЛЯТОР ІЗ НЕЧІТКОЮ КОРЕКЦІЄЮ**

**Чермалих В. М., Алтухов Є. І., Данілін О. В., Босак А. В.**

Розглянуто метод побудови структури та дослідження оптимальної за динамічним навантаженням і перехідних процесів системи управління електромеханічними комплексами, що включають ПІД-регулятор із нечіткою корекцією.

**Ключові слова:** оптимізація управління, електромеханічні системи, нечітка корекція, ПІД-регулятор.

УДК 621.313

С. 205-209

Мова Рос.

Бібл. 13 назв.

### **АНАЛІТИЧНЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯННЯ НАГРІВАННЯ СТРИЖНІВ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРОВАНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ**

**Носач Є. В., Чорний О. П., Богатирьов К. М., Абдельмажід Бердай**

Виконано аналіз процесів нагрівання стрижнів пускової обмотки синхронних двигунів. Синтезовано математичну модель, використання якої дозволяє досліджувати характер адіабатного нагрівання, в тому числі при природному й примусовому відводі тепла від стрижнів пускової обмотки. На основі дослідження характеру зміни струму в стрижнях при пуску синхронного двигуна запропоновано рівняння для врахування втрат. Спільне розв'язання рівняння для втрат і диференціального рівняння нагрівання дозволяє знайти аналітичне рішення, яке описує характер нагрівання стрижнів при пуску. В отриманому рішенні рівняння нагрівання враховується як природний, так і примусовий відвід тепла. Отримані рівняння зміни продуктивності вентилятора охолодження у функції температури можуть бути покладені в основу побудови системи керованого охолодження.

**Ключові слова:** електропривод, синхронний двигун, нагрівання стрижнів, система охолодження.



---

УДК 255:29.1

С. 210-218

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВТРАТ У СТАЛІ ДЛЯ КОТУШКИ ЗІ СТАЛЬНИМ ОСЕРДЯМ ПРИ ЗМІНІ ЧАСТОТИ ЖИВЛЕННЯ**

**Огарь В. О., Свистун А. В.**

Надано результати проведених експериментальних досліджень по визначенню втрат у сталі дроселя із стальним осердям. В основу експеримента для визначення втрат був покладений метод, заснований на визначенні з часових залежностей струму і напруги та їх гармонічних складових для розрахунку приведеної електрорушійної сили. Експериментальні дослідження підтвердили лінійний характер залежності втрат у сталі у функції квадрата приведеної електрорушійної сили для різних частот напруги живлення.

**Ключові слова:** дросель, гармоніки кривих струму та напруги, втрати в сталі, приведена електрорушійна сила, лінійна залежність.

---

УДК 629.423.2.015.016.2

С. 219-225

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **АЛГОРИТМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПОЇЗДА МЕТРОПОЛІТЕНУ**

**Сулим А. О., Ломонос А. І.**

У даний час велика увага приділяється підвищенню енергоефективності на рухомому складі метрополітенів, що експлуатуються, у зв'язку з чим останнім часом створюються вітчизняні електропоїзди метрополітену з асинхронним електроприводом і мікропроцесорною системою управління. Однією з важливих завдань для створених електропоїздів є тяговий розрахунок із визначенням їх динамічних та енергетичних характеристик з урахуванням реальних умов руху на заданому перегоні. Слід зазначити, що існуючі алгоритми розрахунку не дозволяють враховувати особливості й специфіку мікропроцесорної системи управління, виходячи з чого впливає актуальність даної роботи. У роботі наведено алгоритми для двох режимів ведення електропоїзда метрополітену (заданого і автоведення). Введені вирази для визначення коефіцієнтів динаміки й завдання тяги (гальмування) в режимі автоведення електропоїзда метрополітену, які дозволяють урахувати зміну його динаміки руху при різному профілю колії й підтримувати максимальне значення заданої швидкості на шкідливих ухилах.

**Ключові слова:** метрополітен, електропоїзд метрополітену, накопичувач енергії, режим автоведення.

---

УДК 621.314

С. 226-232

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ АГРЕГАТІВ**

**Сотник М. І., Бойко В. С., Юрченко М. М.**

У багатьох галузях виробництва використовуються електронасосні агрегати, які при

їх експлуатації перекачують великі об'єми рідин, споживаючи при цьому значні обсяги електричної енергії. Найбільш уживаним показником ефективності технологічного процесу водопостачання на сьогодні є коефіцієнт корисної дії. Його визначення стосовно складної розгалуженої гідравлічної системи є процесом трудомістким, який не завжди дозволяє врахувати вплив усіх елементів системи водопостачання на загальний показник економічності функціонування системи. У статті пропонується більш прийнятний та повний показник – енергоефективність. Мірою енергоефективності має слугувати науково обґрунтована питома величина споживання енергії на виробництво одиниці продукції, яка у системі водопостачання визначається питомим показником споживання електроенергії на перекачування одиниці об'єму рідини. В умовах реального виробництва цей показник у будь-який момент часу може бути визначеним за показами приладів обліку. Для прогнозування енергоефективності роботи насосних агрегатів системи водопостачання розраховано та побудовано графічно геометричні місця зміни показника питомих витрат електроенергії на перекачування одиниці об'єму рідини у межах полів їх напірних характеристик. Зазначені графіки дозволяють визначити ефективність використання насосного агрегату у межах зазначеного поля та за прийнятними критеріями енергоефективності визначити зони можливої роботи насосного агрегату і технічних заходів його модернізації. Результат проведених наукових досліджень є інструментом для прийняття обґрунтованих рішень щодо створення системи водопостачання з прогнозованим рівнем енергоефективності.

**Ключові слова:** енергоефективність, водопостачання, модернізація, насос.

УДК 621.675.03:628.1.033 (1-21)

С. 233-238

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТУРБІННОГО РЕЖИМУ НАСОСІВ СТАНЦІЙ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Перекрест А. Л., Щербина О. В., Карпенко О. А., Васильєв Д. С.**

Підвищення ефективності функціонування насосних станцій вимагає вдосконалення існуючих та обґрунтування нових методів та засобів регулювання їх технологічних параметрів. Перспективним є використання систем активного регулювання, здатних виконувати основні технологічні закони з рекуперацією енергії в електромережу. Для одного з варіантів побудови активних регульовальних пристроїв – активного турбінного регулювання – необхідно, використовуючи турбінний режим насосу як стаціонарний, прогнозувати його показники для подальшого використання в системах автоматичного регулювання продуктивності насосних станцій. У роботі розроблено спосіб визначення характеристик турбінного режиму насосів на базі діаграм Сьютера, який використовує залежність їх ширини від коефіцієнта швидкохідності. З використанням регресійного аналізу обґрунтовано та отримано модель для прогнозування напірно-витратних та енергетичних характеристик турбінних режимів насосів, що використовуються в насосних станціях міського водопостачання. Отримані результати можуть бути використані при розробці методу активного регулювання продуктивності насосних станцій.

**Ключові слова:** насосна станція, активне регулювання, турбінний режим насосу, характеристики турбінного режиму.

---

УДК 666.64:67.026

С. 239-244

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПАЛИВ НА ФЛОТІ Й АВТОТРАНСПОРТІ**

**Малигін Б. В., Погорлецький Д. С.**

Морський флот постійно поповнюється судами збільшеної вантажопідйомності з потужними дизельними двигунами. Малообертові суднові дизелі великої потужності, які застосовуються як головні двигуни, працюють в основному на важких сортах палива. У зв'язку з погіршенням якості важких палив і загостренням загальних екологічних проблем та експлуатаційних витрат, важливість ефективної підготовки палива на суднах має велике значення. На автомобільному транспорті йде тенденція до жорсткості норм щодо викидів відпрацьованих газів в атмосферу, а також зменшенню витрати палива у зв'язку зі збільшенням на нього цін. Ціна пального має велике значення для споживачів, а екології приділяється значна увага, з цього випливає, що магнітна обробка вуглеводневих палив досить актуальна з боку зменшення шкідливих викидів в атмосферу, витрати палива, а також підвищення експлуатаційного терміну служби суднових і автомобільних двигунів. Зазначена тенденція змусила фахівців розробити вдосконалені установки, системи для магнітної обробки палив із більш високою щільністю й більш високим, ніж у минулому, змістом асфальто-смолистих речовин, сірки, механічних домішок.

**Ключові слова:** магнітна обробка, екологічна безпека, витрата палива, суднові двигуни, магнітне поле.

---

УДК 621.315.1.024:621.311.6

С. 246-250

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СТАТИЧНИХ ТИРИСТОРНИХ КОМПЕНСАТОРАХ ПРИ КЕРУВАННІ РЕАКТИВНОЮ ПОТУЖНІСТЮ СИСТЕМИ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ**

**Петухов М. В., Сухнацький Б. М.**

Розглядаються енергоощадні технології керування реактивною потужністю в статичних тиристорних компенсаторах з ізолюваною нейтраллю. Визначено інтегральні показники енергетичного процесу в статичному тиристорному компенсаторі реактивної потужності з ізолюваною нейтраллю при живленні його пилкоподібною напругою для двох стратегій керування реактивною потужністю. Доведено, що живлення статичного тиристорного компенсатора напругою пилкоподібної форми дозволяє мінімізувати величину питомої споживаної активної потужності, що є критерієм економічної ефективності компенсатора як джерела реактивної потужності. Показано, що режими роботи бітиристорного ключа несуттєво впливають на характер зміни реактивної потужності. Застосування комбінованого способу керування тиристорами дозволяє мінімізувати питому споживану активну потужність на всьому діапазоні регулювання кута керування тиристорами.

**Ключові слова:** енергоощадність, статичні компенсатори, ізолювана нейтраль, полігональні напруги.

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

С. 251-255

Мова Рос.

Бібл. 4 назв.

### **ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИВЕДЕННЯ НЕДОВАНТАЖЕНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ГОЛОВНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ПІДСТАНЦІЙ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОМБІНАТІВ У «ХОЛОДНИЙ» РЕЗЕРВ**

**Гузов Е. С., Ялова О. М., Лісний М. І.**

На підставі аналізу рівня завантаження силових трансформаторів вироблено оцінку економічної ефективності й доцільності виводу в «холодний» резерв недовантажених трансформаторів головних поверхневих підстанцій залізорудних шахт. Аналіз проведений для реальних умов типових об'єктів гірничорудної промисловості України Криворізького залізорудного басейну. Надано методичку оцінки ефективності виведення трансформаторів підстанцій у «холодний» режим залежно від типу, потужності й коефіцієнта їх завантаження. Запропоновано «зони реального» виведення трансформаторів у резерв в умовах їх практичної експлуатації.

**Ключові слова:** підстанції, трансформатори, зниження втрат, "холодний" резерв.

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

С. 256-259

Мова Рос.

Бібл. 3 назв.

### **АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАЧІВ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ**

**Гузов Е. С., Пархоменко Р. О., Розен В. П.**

Викладено результати досліджень режимів електричних навантажень електроприймачів, встановлено рівень енергоємності основних технологічних процесів залізорудних шахт. Експериментальні дослідження виконано в умовах залізорудних шахт Криворізького залізорудного басейну. Дослідженням охоплено найбільш енергоємні індивідуальні споживачі, на долю яких приходиться 70–80 % споживання електроенергії шахти (установки головного водовідливу, головні вентиляторні установки, компресори та підйомні машини).

**Ключові слова:** електричні навантаження, електроприймачі, залізорудні шахти.

УДК 62-69

С. 260-264

Мова Англ.

Бібл. 4 назв.

### **АНАЛІЗ ТА ПЕРЕВІРКА РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ В ПРИМІЩЕННІ**

**Бачко М., Ковач Д.**

Проблема визначення розподілення теплового потоку є важливою для точного визначення теплової енергії, необхідної для досягнення бажаної температури у приміщенні. Ця проблема приймає більш вагомим значення в багатоповерхових будівлях, оскільки, як відомо, нагрівання відбувається від нижніх поверхів до верхніх, тому що частина теплової енергії спрямовується у висхідному напрямку. Проте частина теплоти спрямовується також і у низхідному напрямку, однак це лише випромінююча частина

енергії, яка звичайно не складає 100 %. Використовувані на даний момент моделі не враховують даного факту, і вважається, що 100 % потоку теплової енергії спрямовується у висхідному напрямку. Надано аналіз даної проблеми, спробу визначення відсотка теплового потоку, формованого шляхом конвекції та шляхом випромінювання, оскільки дані результати необхідні для отримання більш точних результатів розрахунку теплових потоків. Надано експериментальну перевірку отриманих результатів.

**Ключові слова:** тепла потужність, тепловий потік, вимірювання, конвекція, випромінювання.

УДК 621.315.052.7

С. 265-268

Мова Рос.

Бібл. 5 назв.

### **ОСНОВНІ ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ГІРНИЧОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА НЕПОВНОТИ ІНФОРМАЦІЇ**

**Пархоменко Р. А., Ялова А. М.**

Наведено результати досліджень і пропозиції авторського бачення щодо основних процедур оцінки режимів електроспоживання гірничорудних підприємств в умовах невизначеності й неповноти інформації шляхом застосування методів "стискання" інформації. Оцінено вплив передбачуваних ознак, що визначають природу коливань режимів і об'ємів електроспоживання. Наведено рівняння у вигляді багаторівневої адитивної моделі, які дозволяють отримати опис режимів електроспоживання електроприймачами з неоднорідним характером функціонування, що дає можливість реалізувати новий підхід до оцінки процесу електроспоживання гірничорудними підприємствами в сучасних умовах їх функціонування.

**Ключові слова:** енергоефективність, споживання електричної енергії, інформація, невизначеність, методи досліджень, гірничорудні підприємства.

УДК 621.315.052.7:621.395.14

С. 269-271

Мова Рос.

Бібл. 2 назв.

### **ТЯГОВА КОНТАКТНА МЕРЕЖА ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ ЯК ПОТЕНЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО УРАЖЕННЯ ГІРНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ**

**Сінчук І. О.**

Розглянуто проблеми можливої небезпеки враження електричним струмом гірників у залізорудних шахтах при несанкціонованому торканні ними контактної дроту тягової мережі. Показано, що ефективна робота захисних пристроїв від ураження електричним струмом у контактних мережах можлива лише при знанні й оцінці електричних параметрів цих видів електричних мереж. Запропоновано метод теоретичної оцінки параметрів, що полягає в уявленні контактної мережі залізорудної шахти лінією з розподіленими параметрами. Наведено аналітичні вирази для оцінення похибок при визначенні параметрів тягових контактних мереж запропонованим методом.

**Ключові слова:** контактна мережа, враження електричним струмом, параметри, електробезпека.

---

УДК 622.81  
С. 272-274  
Мова Рос.  
Бібл. 2 назв.

### **АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ОДНОФАЗНОГО ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ**

**Сінчук І. О.**

Наведено результати досліджень стосовно аналізу характеристик процесу однофазного замикання на землю у внутрішньокар'єрних електричних мережах. Надано закономірності протікання процесів в електричних ланцюгах гірничорудних підприємств з відкритими видами видобутку залізної руди. Рекомендовано методологію фізичного моделювання процесів у вищевикладених електричних мережах. Показано, що визначення характеристик і параметрів електричних ланцюгів при однофазних замиканнях на землю можна досягти в рамках детерміністських концепцій, проте при цьому не повною мірою враховуватиметься ймовірнісний характер зміни чинників, що впливають на процес короткого замикання.

**Ключові слова:** замикання на землю, електричні мережі, кар'єри, математична модель.

---

УДК 621.3.001.72.016.004.68  
С. 275-281  
Мова Рос.  
Бібл. 15 назв.

### **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЭНЕРГОПРОЦЕССОВ У НЕЛИНЕЙНОСТЯХ**

**Мосюндз Д. А.**

Розглянуто особливості впливу нелінійних елементів на процеси перетворення енергії в електричних колах. Показано, що при наявності нелінійностей енергетичні процеси ускладнюються у зв'язку з появою спотворень у сигналах струму. На прикладі нелінійної індуктивності математично доведено, що навіть при синусоїдальному струмі в ланцюзі при проходженні його через нелінійність у сигналі напруги з'являються вищі гармоніки. Обґрунтовано необхідність аналізу частотних перетворень у нелінійних колах. Отримано, що аналіз гармонійних складових є основним етапом при дослідженні енергопроцесів, їх математичному описі та ідентифікації. Показано, що з енергетичної сторони аналіз гармонічного балансу потужностей є більш ефективним для аналізу й ідентифікації параметрів нелінійностей електричних ланцюгів.

**Ключові слова:** нелінійний елемент, частотні перетворення, гармонічний баланс, миттєва потужність.

---

УДК 629.(431+432):621.316.1.05.004.18  
С. 282-285  
Мова Рос.  
Бібл. 6 назв.

### **ОБҐРУНТУВАННЯ МІСЦЯ УСТАНОВКИ ЄМНІСНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕТРОПОЛИТЕНУ**

**Сулим А. О.**

На даний час однією з основних проблем при експлуатації вітчизняних вагонів метрополітену є збільшення витрат електроенергії на тягу. Зменшити витрати на

---

електроенергію в метрополітені можна, використовуючи кінетичну енергію рухомих мас при гальмуванні шляхом її рекуперації в мережу. Одним з перспективних і ефективних напрямів для повного використання енергії рекуперації на метрополітені є застосування ємнісних накопичувачів енергії. Проведено аналіз схемних рішень з раціонального обґрунтування місця розташування ємнісних накопичувачів енергії в системі тягового електропостачання метрополітену. Розглянуто можливі місця розташування ємнісних накопичувачів у системі тягового електропостачання метрополітену. Наведено порівняльний аналіз при використанні ємнісних накопичувачів електроенергії в різних місцях систем тягового електропостачання метрополітену з урахуванням енергообміну між мережею та електрорухомим складом. За результатами виконаних розрахунків встановлено, що найбільш ефективним з урахуванням енергообмінних процесів, є використання ємнісних накопичувачів безпосередньо на рухомому складі.

**Ключові слова:** система тягового електропостачання, ємнісний накопичувач енергії, метрополітен.

УДК 621.311.001.57

С. 286-289

Мова Укр.

Бібл. 3 назв.

### **ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОАУДИТІВ У СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Щокін В. П.**

Наведено результати розробки нейронечіткого методу нормування електроспоживання підрозділами промислових підприємств, відповідну апаратну реалізацію та алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи планування енергоаудитів. На базі висвітлених розробок створено програмний комплекс нейронечіткого планування енергетичних аудитів на об'єктах енергоємних виробництв, впровадження якого дозволяє зменшити витрати на проведення планово-попереджувальних ремонтів до 30 %. Послідовна реалізація розробленої методики планування енергетичних аудитів дозволяє знизити енергоспоживання підприємствами на 1–1,5 %.

**Ключові слова:** енергозбереження, планування, планово-попереджувальні ремонти.

УДК 621.316.176

С. 290-294

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ КОНДЕНСАТОРНИХ УСТАНОВОК 6 (10) КВ, ПІДКЛЮЧЕНИХ ДО ВІТКИ ЗДВОЄНОГО СТРУМООБМЕЖУЮЧОГО РЕАКТОРА**

**Бедерак Я. С., Олейнік С. В., Шуляк А. А.**

Розглянуто режими роботи конденсаторної установки, підключеної через вітку здвоєного реактора до мережі, засміченої вищими гармоніками при наявності та відсутності навантаження в іншій вітці реактора. У процесі дослідження варьувалась кількість секцій конденсаторної установки та змінювався рівень навантаження у другій вітці здвоєного реактора.

**Ключові слова:** конденсаторна установка, гармоніка, резонанс напруг, резонанс струмів, здвоєний струмообмежувальний реактор.

---

УДК 621.316.176

С. 295-297

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **АДАПТИВНІ МОДЕЛІ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ І ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Губін І. В., Єлісовецький О. О.**

Пропонуються моделі методів розрахунку режимів і параметрів електричних мереж промислових підприємств в умовах реконструкції або розбудови електричних систем, а також в умовах роботи з різко змінним режимом навантаження на підставі аналізу існуючих методів розрахунку. Моделі є адаптивними щодо показників умов і режимів роботи електричних мереж промислових підприємств. Зазначено поетапну імітаційну методику експериментальних розрахунків електричних мереж.

**Ключові слова:** електричні мережі, лінії електропередач, джерело живлення, параметри мережі.

---

УДК 621.315.1.024:621.311.6

С. 298-302

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ПИТОМИХ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СТАТИЧНИХ ТИРИСТОРНИХ КОМПЕНСАТОРАХ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ З ПРИМУСОВОЮ КОМУТАЦІЄЮ**

**Петухов М. В., Літковець С. П.**

Аналізуються інтегральні показники енергетичного процесу в статичному тиристорному компенсаторі реактивної потужності з примусовою комутацією. Доведено, що застосування вольтододавання дозволяє знизити величину питомих втрат активної потужності в статичному компенсаторі, що забезпечує його ефективність як джерела реактивної потужності.

**Ключові слова:** питомі втрати, ефективність, статичні компенсатори, примусова комутація, вольтододавання.

УДК 624.1

С. 303-307

Мова Укр.

Бібл. 11 назв.

### **ВПЛИВ ТЕРТЯ НА ПРОЦЕС КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ РОЛИКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ З БУДІВЕЛЬНИМИ СУМІШАМИ**

**Зайченко С. В., Шевчук С. П., Оберемок А. О.**

У процесі дії робочих органів машин для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій на суміші при виробництві матеріалів і конструкцій виникає контактна взаємодія, яку можливо представити контактними тисками. Контактний тиск виникає внаслідок опору суміші й може бути наданий у вигляді двох складових: нормального й дотичного. Дотичний тиск викликаний фрикційною взаємодією робочого органу з бетонною сумішшю, яка є полідисперсним середовищем. Трибологічні властивості будівельних



сумішей залежать від цілої низки чинників, серед яких нормальний тиск виступає як головний. Запропоновано залежність розподілу трибологічних властивостей суміші від нормального контактного тиску. На основі запропонованих залежностей встановлено розподіл нормальних і дотичних контактних тисків.

**Ключові слова:** нормальний і дотичний тиск, коефіцієнт тертя, роликівий робочий орган.

УДК 621.316.728

С. 308-3013

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ПОРІВНЯННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ Й АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ТА УЗГОДЖЕННЯ ЇХ З ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВІТРОТУРБИНИ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ**

**Середа Д. С., Бялобржеський О. В.**

З метою визначення енергетичних параметрів вітрогенеруючих елементів лабораторного комплексу для досліджень різних видів поновлюваних джерел живлення виконано аналіз і порівняння робочих характеристик асинхронного генератора й генератора постійного струму потужністю 0,55 кВт з характеристиками шестилопатевої вітротурбіни радіусом 0,5 м. Визначено, що генератор постійного струму має більш широкий діапазон кутової швидкості та має лінійну характеристику в цьому діапазоні. Запропоновано використання мультиплікатора з певним коефіцієнтом передачі.

**Ключові слова:** вітроенергетична установка, асинхронний генератор, генератор постійного струму, вітротурбіна, робочі характеристики.

УДК 681.513.5

С. 315-320

Мова Рос.

Бібл. 7 назв.

### **РОБАСТНЕ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ З МІНІМІЗАЦІЄЮ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ**

**Потапенко Є. М., Шийка А. А.**

Розроблено метод мінімізації споживаної потужності в реальному часі асинхронним електроприводом з векторним керуванням при швидкостях, що не викликають проявлення обмежень струму та (або) напруги. У споживану потужність включено втрати на нагрів в обмотках статора й ротора двигуна (втрати в міді), втрати в сталі (за рахунок вихрових струмів), а також механічна потужність. Запропонований метод дозволяє суттєво зменшити енергоспоживання асинхронним електроприводом порівняно з відомими методами. Як приклад наведено результати моделювання роботи асинхронним електроприводом обертання антени радіолокатора з керуванням за запропонованим методом, що підтверджують його очікувані характеристики.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, векторне керування, оптимальне керування, робастне керування, мінімізація втрат потужності, керування швидкістю.

---

УДК 621.313.332

С. 321-326

Мова Укр.

Бібл. 7 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ З ВЕНТИЛЬНИМ ЗБУДЖЕННЯМ АВТОНОМНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Мазуренко Л. І., Джура О. В., Диннік Л. М., Білик О. А.**

Представлено математичну модель включених паралельно по колу постійного струму асинхронних генераторів із короткозамкненими роторами й вентиляльними системами збудження в колах статорних обмоток генераторів. Для моделювання використано блочно-системний метод. Асинхронні машини описано системами алгебро-диференціальних рівнянь у нерухомій відносно статора трифазній системі координат. Насичення враховується по основній гармоніці поля, виходячи з експериментальної чи розрахункової характеристики намагнічування машини. Приводами генераторів є дизельні двигуни. Для математичного опису дизельних двигунів застосовано спрощену модель дизеля, яка враховує усереднені затримки подачі палива актуатора й відпрацювання моменту безпосередньо двигуном. Для врахування роботи електронного регулятора частоти обертів модель силової частини дизеля охоплено зворотним зв'язком за частотою обертання. Різниця між заданою й фактичною частотою обертання вала впливає на рівень подачі палива й, відповідно, на величину моменту, який створюється дизелем для відпрацювання відхилення частоти обертання від заданого значення. Ключі вентиляльних перетворювачів прийнято ідеальними. Визначення напруг вентиляльних перетворювачів здійснено на основі рівнянь, записаних із застосуванням комутаційних функцій ключів. Розрахунок комутаційних функцій ключів вентиляльних перетворювачів виконується в блоках математичних моделей систем керування вентиляльних перетворювачів генераторів. Моделі окремих елементів об'єднані між собою через спільні змінні й рівняння зв'язку.

**Ключові слова:** асинхронний генератор, дизель, вентиляльний перетворювач

---

УДК 621.3

С. 327-329

Мова Англ.

Бібл. 3 назв.

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗРІДЖЕНИХ ТАБЛИЦЬ У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ**

**Вансач М., Томчікова І.**

Надано комп'ютерну модель для розв'язання і моделювання роботи електричних кіл у середовищі MATLAB з використанням графічного інтерфейсу користувача (GUI). При розробці даної моделі застосовано аналіз методом розріджених таблиць. Модель дозволяє досліджувати електричні кола постійного і змінного струму.

**Ключові слова:** моделювання електричних кіл, метод розріджених таблиць, MATLAB.

---

УДК 621.548:621.314.21

С. 330-335

Мова Укр.

Бібл. 6 назв.

### **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРА З ОБЕРТОВОЮ ПОЛОВИНОЮ У СКЛАДІ КОНТРРОТОРНОЇ ВІТРОЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ**

**Щур І. З., Ковальчук А. І.**

Для безконтактної передачі електроенергії з обертового якоря синхронного генератора з постійними магнітами у контрроторній вітроелектроустановці з вертикальною віссю обертання запропоновано застосувати спеціальний трифазний трансформатор з обертовою половиною. Спроековано, виготовлено й досліджено одну фазу такого трансформатора з трьома відводами вторинної обмотки, які використовуються для дискретного регулювання робочої точки вітроелектроустановки. Побудовано в середовищі MATLAB/Simulink імітаційну комп'ютерну модель трансформатора з обертовою половиною у складі системи контрроторної вітроелектроустановки з метою дослідження її роботи як в усталених, так і в перехідних режимах. За результатами експериментів над дослідним зразком трансформатора визначено параметри його комп'ютерної моделі. Проведено верифікацію імітаційної комп'ютерної моделі трансформатора, яка підтвердила адекватність її роботи.

**Ключові слова:** контрроторна вітроелектроустановка з вертикальною віссю обертання, трансформатор з обертовою половиною, імітаційна комп'ютерна модель.

---

УДК 621.316

С. 336-339

Мова Рос.

Бібл. 8 назв.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА АУТНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Фадейкін Т. Н., Бредіхіна Я. А.**

Розглянуто математичну модель електроприводу автономного транспортного засобу, в якому як виконавчий механізм використаний трифазний асинхронний електродвигун. Наведена модель розкриває особливості програмного пакету Matlab Simulink с додатком для моделювання різних електроенергетичних пристроїв SimPowerSystems. У ці моделі закладалися принципи, які частково відносяться до фізичного моделювання, але головним завданням їх було служити математичними моделями, забезпечуючи рішення рівнянь, що описують усталені або перехідні процеси в системах електропривода. Істотно при цьому, що в процесі функціонування моделі програма дозволяє отримувати статичні характеристики елементів.

**Ключові слова:** синхронний генератор, трансформатор, випрямляч, автономний інвертор напруги, асинхронний електродвигун, система управління.

---

УДК 621.3.011.72.018.4:519.67

С. 340-347

Мова Рос.

Бібл. 28 назв.

### **АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ У ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДА МАЛОГО ПАРАМЕТРУ**

**Малякова М. С., Калінов А. П.**

Запропоновано аналітичний метод аналізу нелінійних електричних кіл у частотній області на основі методу малого параметра. Наведено алгоритм реалізації методу малого параметра в частотній області. Обґрунтовано використання складових миттєвої провідності для реалізації аналізу електричних кіл в частотній області з використанням методу малого параметра. Проведено порівняльний аналіз запропонованого методу з класичним методом малого параметра на прикладі розрахунку нелінійного електричного кола з активно-індуктивним навантаженням. Доведено ефективність розробленого методу шляхом зіставлення кривих струму з отриманими в результаті чисельного моделювання досліджуваного кола. До головних переваг запропонованого методу можна віднести універсальність алгоритму для розрахунку різних електричних кіл, можливість оцінювати вплив параметрів кола на складові спектра струму, можливість автоматизації розрахунку.

**Ключові слова:** метод малого параметра, миттєва провідність, електричне коло, нелінійність.

---

УДК 621.3

С. 348-350

Мова Англ.

Бібл. 3 назв.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З ОПЕРАЦІЙНИМИ ПІДСИЛЮВАЧАМИ У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB**

**Томчікова І.**

Запропонована модель електричного кола, що містить операційні підсилювачі, розроблена у середовищі MATLAB. Формування системи рівнянь, що описують роботу даної системи, виконано на основі методу розріджених таблиць. Операційні підсилювачі досліджувалися як чорні скриньки, і враховувалася лише поведінка їхніх виходів, а не їхні внутрішні характеристики. Отримано символічні вирази для струмів та напруг об'єкта після встановлення відповідних вхідних даних та показано графічне подання повного відгуку вихідної напруги для заданих параметрів елементів електричного кола.

**Ключові слова:** моделювання електричних кіл, аналіз методом розріджених таблиць, аналіз кіл постійного струму та перехідних процесів, операційний підсилювач, MATLAB.

---

УДК 621.337.41

С. 351-355

Мова Укр.

Бібл. 8 назв.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ТРОЛЕЙБУСА З МАКСИМАЛЬНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ КОРИСНОЇ ДІЇ ДВИГУНА**

**Лосіна К. І.**

На підставі аналізу сучасних та досі експлуатованих тягових електротехнічних комплексів тролейбусів сформовано задачу формування та реалізації траєкторії руху тягового двигуна з максимальним його коефіцієнтом корисної дії. Визначену траєкторію руху реалізовано з використанням напівпровідникового імпульсного перетворювача. Сформовано режими комутації вентилів імпульсного перетворювача. У результаті досліджень режиму розгону та гальмування за визначеною для певного двигуна траєкторією за моделлю електротехнічного комплексу сформовано висновки про необхідність використання замкнутої системи управління.

**Ключові слова:** імпульсна система керування, оптимальне управління, режими роботи, тяговий електротехнічний комплекс.

УДК 621.3

С. 356-360

Мова Англ.

Бібл. 23 назв.

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ БАГАТОЗНАЧНОЇ ГРАНИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПАМ'ЯТІ**

**Гузан М.**

Представлено процес розробки програмного забезпечення, яке дозволяє виконувати розрахунок одного перетину граничної поверхні. У запропонованій програмі прийнято використання координат атрактора як виходів інших розроблених програмних модулів. Такий підхід має на увазі, що розробка програмного забезпечення залежить від розробки інших засобів. Без використання їх вихідних значень неможливо було б завершити запропоновану програму. Багаторазове використання запропонованого програмного забезпечення дозволяє перебудувати всю граничну поверхню в тривимірному просторі.

**Ключові слова:** багатозначна пам'ять, усталений граничний цикл, гранична поверхня, поверхня навантаження.

---

УДК 621.3.08

С. 361-365

Мова Англ.

Бібл. 7 назв.

### **КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЕЛАСТОМАГНІТНОГО ДАТЧИКА**

**Ходулікова А.**

Розглянуто питання комп'ютерного моделювання роботи еластомагнітного датчика сили тиску. На основі використання методу кінцевих елементів було створено тривимірну

комп'ютерну модель датчика та досліджено можливість обчислення вихідних параметрів та характеристик магнітного поля у феромагнітному осерді датчика. Задачу вирішено як магнітостатичну проблему для обраних значень струмів та частот струму живлення у нелінійному середовищі для випадку, коли датчик знаходиться та не знаходиться під впливом сили тиску.

**Ключові слова:** моделювання, датчик, модель, елестомагнітний, вихідні параметри.

---

УДК 621.314.12.

С. 366-370

Мова Укр.

Бібл. 9 назв.

### **СХЕМА ГАЛЬМУВАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З КОНДЕНСАТОРНИМ НАКОПИЧУВАЧЕМ**

**Бялобржеський О. В.**

На підставі схеми широтно-імпульсного перетворювача зі стабілізацією середнього значення струму синтезовано схему гальмування двигуна постійного струму. Особливістю реалізації є використання проміжної буферної індуктивності та конденсатора (батарей конденсаторів), який розрахований на рівень енергії обертових мас, приведених до якоря двигуна постійного струму. Запропоноване рішення забезпечує необхідну інтенсивність гальмування двигуна до заданого рівня частоти обертання, зокрема до повної зупинки якоря. Вся енергія, за виключенням втрат, накопичується у конденсаторі та використовується для розгону двигуна.

**Ключові слова:** енергія обертових мас, широтно-імпульсний перетворювач, буферна індуктивність, конденсаторний накопичувач, інтенсивність гальмування.

УДК 62.83.52

С. 371-375

Мова Рос.

Бібл. 2 назв.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ КОНВЕЄРНОЇ ЛІНІЇ У ФУНКЦІЇ ЇЇ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ**

**Чермалих О. В., Пермьяков В. М., Майданський І. Я., Кадушкевич О. В.**

На основі аналізу технологічних режимів роботи конвеєрної лінії розглянуто питання застосування регульованого електроприводу для управління конвеєрами залежно від кількості матеріалу на них. Синтезовано модель вантажопотоку, яка враховує транспортне запізнення. За допомогою загальної моделі конвеєрної лінії й електроприводу із системою управління досліджено динамічні та енергетичні процеси при запуску й різних способах регулювання швидкості. На основі результатів моделювання зроблено відповідні висновки й надані рекомендації відносно можливості й доцільності управління конвеєрною лінією у функції її завантаженості.

**Ключові слова:** конвеєрна лінія, вантажопотік, електропривод, моделювання.

---

УДК 004.4236:621.65.052

С. 376-381

Мова Рос.

Бібл. 5 назв.

### **ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ**

**Рєзнік О. А., Перекрест А. Л.**

Проведено аналіз існуючих програмних забезпечень для дослідження й аналізу режимів роботи насосної установки, основними недоліками яких є відсутність можливості виконати аналіз режимів роботи двох і більше насосних агрегатів при паралельному й послідовному їх включенні з різними способами регулювання або вони є закритими програмними продуктами, що реалізують конкретні завдання. На підставі математичних виразів розроблено алгоритм реалізації програмного продукту в середовищі візуального об'єктно-орієнтованого програмування C++ Builder 6, який сконфігурований з бібліотеками Matlab для вирішення складних математичних завдань (апроксимація кривих, знаходження коефіцієнта детермінації). Розроблений програмний продукт є візуалізованою системою, яка на інтуїтивному рівні дозволяє провести розрахунок енергетичних параметрів при різних способах регулювання насосного комплексу.

**Ключові слова:** програмний продукт, насосний комплекс, програмування, алгоритм, споживана потужність, способи регулювання.

УДК 62-83:621.87

С. 382-387

Мова Рос.

Бібл. 1 назв.

### **ДИНАМІКА МЕХАНІЗМУ ПЕРСУВАННЯ МОСТОВОГО КРАНА**

**Макурін А. В.**

Одержано модель мостового крана як багатомасової пружної просторової системи. Модель враховує поперечний зсув моста крана і його обмеження ребордами коліс. Дотик ребордами рейок прийнято пружним з великим коефіцієнтом жорсткості. Побудовано динамічну схему й цифрову модель (MATLAB/Simulink й SimMechanics) механізму пересування мостового крана спільно з електроприводом пересування. Представлено перехідні процеси при пуску електропривода пересування з урахуванням та без урахування пружності балок крана. Одержана модель може бути використана для дослідження електропривода пересування мостового крана.

**Ключові слова:** мостовий кран, пружність балок, реборди коліс, перекис.

---

УДК 621.314.214.33:681.518.5

С. 389-392

Мова Укр.

Бібл. 5 назв.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ЗАСІБ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСТРОЮ РЕГУЛЮВАННЯ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

**Гرابко В. В., Бальзан І. В.**

Розроблено математичну модель для діагностування пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора та на основі математичного апарату секвенцій синтезовано структуру засобу, який дозволяє визначати час та одночасність пофазного перемикання пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора.

**Ключові слова:** силовий трансформатор, математична модель, пристрій РПН, діагностування.

---

УДК 621.316.925

С. 393-396

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ В ОБМОТЦІ СТАТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА**

**Кутін В. М., Шпачук О. О.**

У наш час на ринку засобів релейного захисту та автоматики пропонується широке коло засобів захисту синхронних генераторів від усіх видів пошкоджень. Такі термінали хоча й забезпечують повний захист обладнання, але не позбавлені низки недоліків. Особливо яскраво виявляються недоліки в реалізації захистів від однофазних замикань на землю обмотки статора синхронного генератора. У роботі запропоновано метод реалізації функціональної характеристики захисту обмотки статора синхронного генератора від однофазних замикань на землю, який ґрунтується на обчисленні струму через місце витікання на основі вимірювання напруги генератора в момент замикання, активного опору ізоляції обмотки статора відносно землі, опору в місці замикання в перший момент його виникнення та врахування параметрів ізоляції обмотки статора, які вважаються незмінними.

**Ключові слова:** синхронний генератор, однофазне замикання на землю, релейний захист.

---

УДК 621.313.048

С. 397-400

Мова Укр.

Бібл. 3 назв.

### **МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА СТАН ІЗОЛЯЦІЇ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН**

**Василенко Д. Ю., Карпенко В. В., Ковальов О. Ю.**

Запропоновано спосіб удосконалення технології виготовлення тягових електричних машин, які відповідають сучасним вимогам та дозволяють знизити їх собівартість і підвищити надійність в експлуатації. Наведено результати експериментальних

---



порівняльних досліджень вологостійкості електричної ізоляції зразків тягових електричних машин нової конструкції із серійними зразками. Побудовано математичну модель прогнозованих результатів випробувань. Спрогнозовано та приведено в аналітичному вигляді залежності значення опору ізоляції тягових електричних машин від часу дії підвищеної вологості. Визначено розрахунковий час, при якому ізоляція тягових електричних машин зберігає допустимі значення. Встановлено, що зразки, виготовлені за новою технологією, мають достатньо високі характеристики ізоляції порівняно із серійними зразками. З урахуванням результатів порівняльних випробувань знайдено технологічне рішення для забезпечення утворення на поверхнях обмоток глянцевої плівки для протидії скупченню пилу.

**Ключові слова:** кліматичні випробування, електричні машини, зразки ізоляції, підвищена вологість.

---

УДК 255:29.1

С. 401-405

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ ДРОСЕЛІВ ЗІ СТАЛЬНИМ ОСЕРДЯМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**Свистун А. В., Огарь В. О.**

Розглядається можливість застосування тепловізійного обладнання для моніторингу та контролю стану електрообладнання на основі аналізу знімків теплової картини процесу нагріву електротехнічних пристроїв. Як приклад використання застосовано тепловізійний контроль двох дроселів зі сталевим осердям при введенні одного з них у режим насичення, а для другого – при внесенні в зазор його магнітопровода матеріалів для появи вихрових струмів. Наведено їх теплові картини з урахуванням прояву цих явищ у локальному нагріві дроселя, а також графіки, що відображають залежності втрат від температури дроселя і температури від напруги живлення.

**Ключові слова:** дросель, тепловізійне обладнання, втрати в сталі, теплова картина, локальний нагрів дроселя.

---

УДК 621.311

С. 406-413

Мова Рос.

Бібл. 3 назв.

### **ГРАФІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ НАДІЙНОСТІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ, УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

**Бабенко Олена Ю., Бабенко Ольга Ю., Вільнер В. Б., Галіновський А. М.**

В основу випробувань із визначення початкової надійності радіоелектронного виробу покладено вживаний у багатьох конструкторських бюро метод граничних випробувань, який передбачає зміну критичних параметрів для отримання області працездатності виробу. Метод не дає кількісної оцінки надійності.

Найбільш простим і в той же час універсальним методом оцінки схемної надійності є одержання області працездатності виробу в координатах зовнішніх впливів. На випробування ставиться певна кількість зразків, що обумовлена необхідною мірою

достовірності результатів. Границі області працездатності є випадковими функціями. Їх закони розподілу можуть бути знайдені за результатами вимірювань окремих зразків. Імовірність перетину робочої області з будь-якою з границь області працездатності визначає початкову надійність виробу ( $P_n$ ). Обчислювати  $P_n$  простіше при використанні виразів умовної щільності розподілу, тобто при зміні одного зовнішнього впливу при постійних значеннях інших зовнішніх впливів.

При незалежності випадкових величин зовнішніх впливів  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  немає значення, при якому значенні  $\lambda_2$  обчислюється умовна щільність розподілу  $f(\lambda_1 / \lambda_2)$ . Якщо ж випадкові величини  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  залежні, то треба знати зв'язуюче їх рівняння регресії, тип якого визначається за видом графіка границі області працездатності.

У пристроях перетворювальної техніки, для яких проводились граничні випробування, границі області працездатності є кривою, що добре апроксимується лінійним рівнянням регресії.

Область працездатності може бути обмежена кількома границями й бути замкнутим контуром. Практично кількість випадкових границь можна зменшити, якщо при випробуваннях визначити безпосередньо щільність розподілу системи кількох випадкових величин, тобто границі області безвідмовної роботи визначити при одночасному аналізі всіх критеріїв. Кількість випадкових величин можна зменшити до двох, якщо враховувати не фіксоване значення, а фіксований діапазон інших впливів.

У загальному випадку область безвідмовної роботи в просторі  $n$  координат утворює поверхню, ймовірність перетину якої з робочою областю в  $n$ -мірному просторі визначає початкову надійність. У цьому випадку обчислення початкової надійності також зводиться до однократного інтегрування умовної щільності розподілу, але при цьому важливо визначити ті фіксовані значення зовнішніх впливів, які повинні підтримуватися постійними під час випробувань.

**Ключові слова:** область працездатності, граничні випробування, умовна щільність розподілу, регресія, функція Лапласа.

---

УДК 681.3:658.56

С. 415-418

Мова Укр.

Бібл. 8 назв.

## ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ІНТЕГРОВАНИМИ ВІРТУАЛЬНИМИ ЛАБОРАТОРНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Лашко Ю. В., Чорний О. П., Хаджиселимович М.

Розглянуто місце комп'ютеризованих навчально-методичних комплексів з інтегрованими віртуальними лабораторними комплексами у складі навчального пакету дисципліни та в організації навчання студентів технічних спеціальностей. За стандартом IDEF0 засобами пакету BPWin побудовано модель вивчення дисципліни навчального плану підготовки фахівців із використанням КНМК з інтегрованим ВЛК. Зазначені можливості використання ВЛК цілком відповідають видам діяльності студента при виконанні лабораторної роботи на фізичному стенді.

**Ключові слова:** віртуальний лабораторний комплекс, організації навчання, стандарт IDEF0.

---

УДК 621.3  
С. 419-422  
Мова Англ.  
Бібл. 8 назв.

### **ОЦІНЮВАННЯ ВАГИ ОБ'ЄКТА НАВЧАЛЬНИМ РОБОТОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДСЛІДКУВАННЯ ЧАСУ РУХУ**

**Вінсе Т.**

Досліджено можливість оцінювання ваги об'єкта на основі спостереження часу руху навчального робота. Навчальний робот є найпростішим маніпулятором із п'ятьма ступенями свободи, побудований на основі використання серводвигунів і використовується для навчальних задач. Робота серводвигунів базується на уповільненні швидкості обертання пропорційно збільшенню навантаження. Таким чином, існує можливість оцінювання ваги об'єкта на основі вимірювання часового інтервалу, необхідного для досягнення заданого положення.

**Ключові слова:** навчальний робот, оцінювання ваги, відслідковування часу.

---

УДК 621.3  
С. 423-426  
Мова Англ.  
Бібл. 13 назв.

### **РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА**

**Мольнар Я.**

Розглянуто розробку універсальної системи доступу, яка б могла застосовувати стандартні порти введення–виведення мікроконтролера. Запропонована система базується на процесорі Tmega64, який надає змогу розробити універсальну гнучку систему доступу. Основною проблемою при розробці є декодування з'єднання за інтерфейсом USB та розробка спеціалізованого USB-драйвера для читання даних з карти Touchatag.

**Ключові слова:** процесор ATmega64, інтерфейс USB, карта Touchatag.

---

УДК 621.313  
С. 427-431  
Мова Укр.  
Бібл. 7 назв.

### **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПІДВІСНОГО КОНВЕЄРА**

**Орловський І. А.**

Важливою складовою навчання студентів системам автоматизації технологічних процесів є отримання навичок монтажу, налагодження, обслуговування та використання сучасної елементної бази в проектах модернізації устаткування. Для удосконалення лабораторного практикуму у Запорізькому національному технічному університеті на кафедрі електропривода та автоматизації промислових установок за участі студентів модернізовано систему керування лабораторного стенда підвісного конвеєра з використанням модуля LOGO. Для зручності налагодження програм керування конвеєром

---

їх перевірка проводиться на малогабаритному стенді та шляхом моделювання. Наведено технічний опис лабораторного стенда, який складається з механічної частини конвеєра, електропривода, системи керування переміщенням конвеєра на модулі LOGO, імпульсних давачів положення, пульта керування, комп'ютера та малогабаритного стенда дослідження електромашинного та фотоелектричного давачів швидкості. Модернізація системи керування лабораторного стенда дозволила за розробленою методикою вдосконалити вивчення студентами як будови та особливостей керування підвісного конвеєра, так і системи автоматизації на логічному модулі LOGO.

**Ключові слова:** лабораторний стенд, модернізація, конвеєр, система керування, енкодер.

УДК 061.3(100):62-83-52

С. 432-439

Мова Рос.

Бібл. 3 назв.

**ДЕВ'ЯТНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА»**

**Гордієнко Н. О.**

Підготовлено й надано матеріал стосовно проведення Інститутом електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського ХІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика», де знайшли відображення найважливіші етапи проведення великого міжнародного форуму: пленарне засідання, VI спеціалізована виставка «Сучасні технології в освіті та виробництві», конкурс молодих учених. Усіма присутніми на конференції був відзначений високий рівень організації даного заходу та висловлено сподівання на те, що конференція буде розвиватись і далі та будуть знаходитися нові, ефективні форми її проведення.

**Ключові слова:** науково-технічна конференція, пленарне засідання, спеціалізована виставка.

# Випуск 3/2013 (23)

Електромеханічні і енергозберігаючі системи.  
Щоквартальний науково-виробничий журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 3/2013 (23). – 98 с.

ISSN(print) 2072–2052,  
ISSN(online) 2074–9937.

УДК 62-83-523.003.12

С. 8-17

Мова Англ.

Бібл. 18 назв.

### **ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЕНЕРГЕТИЧНИМ МЕТОДОМ**

**Мосюндз Д. А., Родькін Д. Й.**

Показано, що процеси перетворення енергії ускладнюються при наявності нелінійних елементів або процесів, у зв'язку з чим погіршуються показники якості перетвореної енергії, швидше відбувається знос електромеханічного обладнання, збільшуються втрати й т.ін. Тому для ефективного використання та управління енергопроцесами актуальним є визначення оцінок енергопроцесів в електричних ланцюгах шляхом ідентифікації параметрів нелінійностей, що істотним чином впливають на процеси енергоперетворення в системі. Запропоновано метод ідентифікації, заснований на понятті миттєвої потужності. Відомо, що навіть при синусоїдальній живлячій напрузі й наявності нелінійних елементів струм у ланцюзі несинусоїдальної форми. Використання апарату миттєвої потужності дає можливість отримати кількісну оцінку складових енергопроцесів на кожній гармоніці, що дозволяє скласти систему з достатньою кількістю рівнянь для визначення невідомих параметрів як лінійних, так і нелінійних енергетичних систем.

**Ключові слова:** електромеханічна система, нелінійність, миттєва потужність, спектральний аналіз.

УДК 621.313.333

С. 18-25

Мова Рос.

Бібл. 14 назв.

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ПСЕВДОДЖЕРЕЛ ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

**Рєзнік Д. В., Ромашихін Ю. В., Родькін Д. Й.**

Актуальність ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів обумовлена тим, що з їх допомогою розраховують пускові та робочі характеристики, втрати в сталі й міді, визначається навантажувальна здатність електричних машин. Причинами зміни параметрів, що розраховані заводом-виробником, є довготривала експлуатація, післяремонтна експлуатація й відхилення при виготовленні асинхронних двигунів. На даний час розроблено безліч методів, присвячених ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів. Однак не існує універсального методу, який би підходив для ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів різних потужностей і типорозмірів в умовах ремонтних цехів і електроремонтних підприємств. Тому метою роботи є питання розвитку методу визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів із використанням складових миттєвої потужності при живленні від джерела синусоїдної напруги. Використання складових миттєвої потужності в рівняннях балансу потужностей дозволяє розробити енергетичний метод, в основі якого використовується система ідентифікаційних рівнянь для визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів. Особливістю енергетичного методу є те,

що рівняння балансу складаються окремо за кожною з аналізованих гармонік миттєвої потужності для кожного елемента схеми заміщення асинхронного двигуна. При цьому запропоновано проводити ідентифікацію електромагнітних параметрів асинхронних двигунів з використанням частот напруги та струму, які менші від частоти напруги, тобто для діапазону частот 0–10 Гц. У роботі запропоновано використовувати для живлення асинхронного двигуна джерело синусоїдної напруги, а необхідний спектр частот отримувати від так званого «псевдоджерела». Псевдоджерело є фіктивним джерелом, що вводиться не фізично, а тільки математично в рівняння балансу потужностей. Уведення одного псевдоджерела дозволяє отримати достатню кількість ідентифікаційних рівнянь для визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів за Т-подібною схемою заміщення. Аналіз результатів з використанням енергетичного методу показав, що похибка ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів не перевищує 5 %. Таким чином, показана ефективність використання енергетичного методу ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів з використанням низькочастотних псевдоджерел.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, низькочастотне псевдоджерело, електромагнітні параметри.

---

УДК 621.311.001.57(063)

С. 26-32

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### ДІАГНОСТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

**Закладний О. М., Закладний О. О., Оборонов Т. Ю.**

Наведено модель діагностування енергоефективності синхронного електропривода, що має ієрархічну структуру й складається з п'яти блоків. У першому визначаються первинні діагностичні ознаки двигуна, такі як частота, діюче значення напруги та струму, коефіцієнт завантаження; у другому – показники якості електроенергії: відхилення та несинусоїдальність напруги, відхилення частоти, у третьому визначаються параметри енергоспоживання: повна, активна, реактивна потужності, коефіцієнт потужності та потужність спотворень; у четвертому – параметри схеми заміщення; у п'ятому – параметри енерговикористання, тобто всі втрати потужності у двигуні й втрати енергії за час циклу, та будується залежність коефіцієнта корисної дії від коефіцієнтів завантаження й потужності.

**Ключові слова:** енергоефективність, синхронний електропривод, діагностування, коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт потужності.

---

УДК 621.313:517.91

С. 33-48

Мова Укр.

Бібл. 4 назв.

### ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В SIMPOWERSYSTEMS ІЗ КЛЮЧОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

**Чорний О. П., Титюк В. К.**

Розглядається питання дослідження режимів роботи електроприводів з асинхронними двигунами шляхом їх моделювання за допомогою бібліотек

SimPowerSystems середовища Simulink математичного пакету Matlab. Зроблено акцент на особливостях математичних моделей з урахуванням перетворювачів енергії, що містять ключові елементи, методів чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь моделей при їх дослідженні. Показано кількісні й якісні відмінності в рішеннях, які виникають при необґрунтованому виборі чисельного методу та його параметрів, а також при врахуванні в моделях нелінійностей і реальних параметрів енергії на виході перетворювачів. Проаналізовано похибки, що можуть виникнути в рішеннях при застосуванні універсальних математичних пакетів для моделювання. Наведено результати моделювання.

**Ключові слова:** електроприводи з асинхронними двигунами, математичні моделі, ключові елементи.

УДК 621:333

С. 49-55

Мова Англ.

Бібл. 14 назв.

### **АНАЛІЗ СПЕКТРУ МИТТЄВОЇ ПОТУЖНОСТІ ЯК МЕТОД ДІАГНОСТИКИ ПОШКОДЖЕНЬ РОТОРА І СТАТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

**Мамчур Д. Г.**

Запропоновано метод діагностики технічного стану асинхронних двигунів на основі аналізу спектра сигналу миттєвої потужності. Даний метод є привабливим завдяки простоті вимірювань сигналів, необхідних для аналізу, а також більш надійними результатами діагностики порівняно з іншими відомими методами. Надано математичні вирази, що встановлюють зв'язок між частотами дефектів у сигналі потужності та найбільш розповсюдженими типами дефектів. З метою підтвердження працездатності запропонованого метода показано експериментальні результати, отримані на лабораторному обладнанні та тестових двигунах зі штучно створеними пошкодженнями. Результати експериментів підтвердили надійність запропонованого методу та можливість розділення одночасно наявних різних типів дефектів на основі аналізу спектра потужності двигуна. Отримані теоретичні результати можуть бути застосовані у промисловості при створенні надійних і недорогих систем діагностики асинхронних двигунів середньої й малої потужності.

**Ключові слова:** діагностика, асинхронний двигун, аналіз сигналу потужності.

УДК 621.311

С. 56-65

Мова Рос.

Бібл. 4 назв.

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЧАТКОВОЇ НАДІЙНОСТІ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Бабенко Олена Ю., Бабенко Ольга Ю., Вільнер В. Б., Галіновський О. М.**

При певній зміні взаєморозташування випадкових меж визначальних дій (зовнішніх і внутрішніх) відносно робочої зони можна отримати для виробу максимальне значення початкової надійності ( $P_n$ ), яка визначається за допомогою функції Лапласа. З приведеного в роботі рівняння видно, що початкова надійність залежить від відносної відстані між нижньою межею робочої зони і математичним очікуванням нижньої межі



області працездатності –  $\ell_1$ , від відношення середньоквадратичних відхилень верхньої й нижньої межі області працездатності –  $n$  та від відносної відстані між математичними очікуваннями верхньої й нижньої меж області працездатності без урахування ширини робочої зони –  $\ell$ .

Завдання знаходження максимального значення  $P_n$  зводиться до відшукування розташування межі робочої області  $\ell_1$  при заданих значеннях  $n$  і  $\ell$ . Поставлене завдання вирішено чисельним методом. Результати показали, що для високонадійної апаратури точність розрахунку не забезпечується можливостями табульованої функції Лапласа й потрібна точніша методика налаштування на максимум  $P_n$ .

Розглядаючи надійність за схемою випадків і припускаючи нормальний закон розподілу, визначено точки відносного налаштування  $\ell_1$ . На відміну від методу чисельних наближень отримано рівняння, які можуть бути застосовані при будь-яких значеннях  $n$ ,  $\ell_1$ ,  $\ell$  і дозволять знайти умови оптимізації з будь-якою точністю, у тому числі для розташування меж, при яких не можна розрахувати  $P_n$  за таблицями функцій Лапласа. Отримане рівняння апроксимовано й отримано умову оптимальної надійності у вигляді лінійного рівняння, коефіцієнти якого можуть бути знайдені з таблиць або за приведеними рівняннями.

При незалежності меж області працездатності від значень зовнішніх дій оптимізацію надійності можна робити по кожній зовнішній дії окремо. У разі, коли значення зовнішніх дій, що відповідають граничним значенням області працездатності, пов'язані рівнянням регресії, оптимізація може бути розглянута тільки у взаємозв'язку обох дій.

Похибка від застосування апроксимуючих рівнянь менша, ніж дозволяє точність обчислення із застосуванням табульованої функції Лапласа.

**Ключові слова:** межі працездатності, функція Лапласа, вірогідність безвідмовної роботи, апроксимація, регресія.

УДК 519.87:658.012.011.56:622

С. 66-73

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ПОШУКУ ПУСТОТ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІРНИЧИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Смолянський П. С., Козикова Т. П.

Пошук пустот техногенного та природного характеру стає все більш актуальним завданням у сучасних умовах. Для їх моніторингу необхідна побудова підсистеми пошуку пустот автоматизованої системи управління гірничим підприємством. Однією з основних умов побудови моделі підсистеми є рішення інтегральних рівнянь першого роду для різних геофізичних полів, зокрема гравітаційного, як найбільш доступного й універсального. Рішення інтегральних рівнянь першого роду належить до теорії обернених некоректних задач, яка бурхливо розвивається в даний час.

Запропоновано метод спрощення процесу рішення багатовимірних інтегральних рівнянь першого роду шляхом поділу скалярних джерел поля на поверхневих та об'ємних. Отримано оцінки похибки обчислення коефіцієнтів системи лінійних алгебраїчних рівнянь при переході до кусково-постійної апроксимації функції щільності поверхневих джерел.

**Ключові слова:** локалізація пустот, зворотна задача, інтегральні рівняння, апроксимація, чисельне моделювання.

УДК 519.87:658.012.011.56:622

С. 75-82

Мова Рос.

Бібл. 19 назв.

## **РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АПАРАТІВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДІЮЧОГО ЗНАЧЕННЯ СТРУМУ**

**Середа О. Г.**

Доведено актуальність підвищення чутливості апаратів захисту до струмів віддалених коротких замикань при реалізації далекого резервування відмов захистів. Обґрунтовано можливість розширення переліку реалізованих захистів у розчіплювачах автоматичних вимикачів на основі результатів цифрової обробки сигналів від датчиків струму. Підтверджено ефективність отримання додаткової інформації про процеси в електричному колі за ступенем спотворення діючих значень фазних струмів у перехідному режимі. Проаналізовано можливість швидкої ідентифікації виду швидкого зростання струму в перехідному режимі виникнення обурення електричного кола. Наведені приклади ідентифікації виду струму збурення електричного кола. Запропоновано критерій блокування спрацьовування автоматичних вимикачів при прямому пуску асинхронних електродвигунів.

**Ключові слова:** мікропроцесорний пристрій, релейний захист, частота дискретизації, гармоніка, діючий струм.

УДК 621.311

С. 84-91

Мова Укр.

Бібл. 10 назв.

## **НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Петрова К. Г., Серебренніков Б. С.**

Науково обґрунтовані норми питомого енерговикористання надають орієнтир для визначення рівня енергоефективності виробництва, а нормативний метод управління електроспоживанням є одним з найдієвіших і універсальних. Водночас темпи розвитку новітніх технологій, коливання ринкової кон'юнктури та інші дестабілізуючі фактори обумовлюють динамічність зміни норм, що вимагає пошуку нових сучасних методів для проведення розрахунків у режимі «реального часу».

Проведено порівняльні дослідження «класичних» методів нормування питомих витрат електричної енергії на основі кореляційно-регресійного аналізу з нейро-нечітким моделюванням. Доведено перспективність використання запропонованого підходу для моделювання процесу електроспоживання, що обумовлюється підвищенням точності розрахунку та швидкості адаптації за рахунок самонавчання. Так, при реалізації багатofакторної нейро-нечіткої моделі із урахуванням найбільш впливових чинників забезпечується відхилення розрахункових даних від експериментальних на рівні  $\pm 5\%$ . Визначено умови мінімізації питомих витрат енергії в широкому діапазоні зміни дестабілізуючих факторів впливу, а також оптимальні режими роботи підприємства з точки зору енергоощадження.

**Ключові слова:** нормування, питома витрата енергії, ефективність, нейро-нечітка модель, похибка.

# Випуск 4/2013 (24)

Електромеханічні і енергозберігаючі системи.  
Щоквартальний науково-виробничий журнал.  
– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 4/2012 (20). – 106 с.

ISSN(print) 2072–2052,  
ISSN(online) 2074–9937.

---

УДК 621.675.052.003.13

С. 8-17

Мова Рос.

Бібл. 6 назв.

### **ТУРБІННЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ**

**Перекрест А. Л., Карпенко О. О.**

Обґрунтовано, що для підвищення ефективності роботи насосних станцій необхідно вдосконалення існуючих та вивчення нових методів і засобів регулювання їх технологічних параметрів. Проведений аналіз показав, що перспективним способом регулювання параметрів насосних станцій є використання турбінного режиму одного з паралельно працюючих насосів станції, який дозволяє змінювати продуктивність у необхідних межах з одночасною рекуперацією електроенергії. Розглянуто роботу насосної станції міського водопостачання при відпрацюванні типового графіка водопостачання шляхом використання турбінного режиму одного з паралельно працюючих насосів. Для здійснення турбінного регулювання продуктивності розроблено алгоритми розрахунку режимів і роботи насосної станції, які враховують умови переходу регульованого насосу з режиму в режим і особливості паралельної роботи агрегатів. Отримані розрахункові дані показують, що при турбінному регулюванні продуктивності можна домогтися зниження споживаної електроенергії на 19 % на добу порівняно з частотним.

**Ключові слова:** насосна станція, турбінний режим, турбінне регулювання, енергоефективність.

---

УДК 621.313.333

С. 18-26

Мова Рос.

Бібл. 18 назв.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПСЕВДОСИГНАЛІВ НАПРУГИ ТА СТРУМУ**

**Потапов А. Л., Ромашихін Ю. В., Мосюндз Д. А.**

Електромагнітні параметри асинхронних двигунів необхідні для визначення втрат у сталі та міді, перевантажувальної здатності двигуна, а також розрахунку й побудови робочих характеристик. Зміна електромагнітних параметрів асинхронного двигуна може бути викликана виробничим браком, інтенсивною експлуатацією або проведенням ремонтних робіт. Таким чином, виникає необхідність визначення параметрів із заданою точністю. Однак не існує універсального методу, придатного для двигунів різних потужностей, особливо без відриву від виробництва. Одним із сучасних методів є метод, в основі якого лежить баланс складових миттєвої потужності для кожного з елементів Т-подібної схеми заміщення. У свою чергу, різноманіття компонентів миттєвої потужності дозволяє скласти достатню кількість ідентифікаційних рівнянь. Істотним недоліком методу є необхідність використовувати додаткове джерело полігармонічної напруги, що тягне за собою збільшення собівартості комплексу. Таким чином, для вирішення цієї проблеми розглянуто можливість і показано ефективність використання псевдосигналів струму і напруги, які прийнято називати «псевдополігармонічними». Показано різні способи формування псевдосигналів, а також принципи, на основі яких проводиться побудова сигналу. Як альтернативний варіант псевдополігармонічним сигналам запропоновано

метод із використанням фіктивного джерела живлення низької частоти. Показано ефективність визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів із використанням псевдоджерел для різних частот напруги живлення.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, енергетичний метод, фіктивне джерело, миттєва потужність.

УДК 621.313.333

С. 27-36

Мова Укр.

Бібл. 16 назв.

### **ДЕКОМПОЗИЦІЯ СИГНАЛУ ЕЛЕКТРОРУШІЙНОЇ СИЛИ ОБМОТОК СТАТОРА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПОШКОДЖЕНЬ СТРИЖНІВ РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

**Ромашихіна Ж. І., Калінов А. П., Луценко І. А.**

Надано розвиток методу діагностики пошкоджень стрижнів ротора асинхронних двигунів за аналізом сигналу електрорушійної сили, що наводиться в обмотках статора після відключення двигуна від мережі живлення. На основі розрахунку електромагнітного поля у повітряному проміжку асинхронного двигуна показано, що в сигналі електрорушійної сили фази обмотки статора відсутні інформаційні ознаки, які відповідають спотворенням електромагнітного поля від пошкоджень стрижнів ротора. Запропоновано використовувати декомпозицію сигналу електрорушійної сили фази обмотки статора на сигнали електрорушійних сил активних сторін котушки з використанням теорії Z-перетворення, що дозволяє виділити інформаційні ознаки пошкоджень стрижнів, які неможливо виявити у сигналі електрорушійної сили фази. Використання вейвлет-аналізу виділеного сигналу електрорушійної сили однієї активної сторони котушки дозволяє підвищити достовірність діагностики пошкоджень стрижнів ротора асинхронних двигунів. Використання декомпозиції діагностичного сигналу, який є сумою коефіцієнтів вейвлет-розкладу сигналу електрорушійної сили фази обмотки статора, дозволяє спростити процедуру виділення інформаційних ознак пошкоджень стрижнів ротора. Ефективність запропонованого методу діагностики підтверджена експериментально.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, пошкодження стрижнів ротора, відключення двигуна від мережі живлення, електрорушійна сила, Z-перетворення.

УДК 693.546.4

С. 37-44

Мова Рос.

Бібл. 12 назв.

### **КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ВИМУШУЮЧОЇ СИЛИ ДВУХВАЛЬНОГО ДЕБАЛАНСНОГО ВІБРОЗБУДЖУВАЧА ВІБРАЦІЙНОЇ ПЛОЩАДКИ**

**Ноженко В. Ю.**

Розглянуто вібраційну площадку з двухвальними дебалансними віброзбуджувачами, що застосовується при виробництві залізобетонних виробів для ущільнення бетонних сумішей у формі. Відзначено основні недоліки роботи таких віброплощадок при використанні нерегульованих електроприводів. Для підвищення ефективності роботи вібраційних площадок запропоновано розрив механічного зв'язку між валами приводних

двигунів і використання регульованого електроприводу. Виведено вирази для визначення результуючої вимушуючої сили двухвального дебалансного віброзбуджувача за допомогою векторної діаграми. Для визначення способів управління параметрами коливань віброплощини проведено дослідження вимірювання максимального значення амплітуди й напрямку результуючої вимушуючої сили при обертанні дебалансів в одному й різних напрямках із різною та постійною різницею початкових фаз. Проаналізовано зміну результуючої вимушуючої сили при обертанні дебалансів із різними швидкостями.

**Ключові слова:** дебаланси, вимушуюча сила, параметри коливань, векторна діаграма, зсув фаз.

---

УДК 62-523.8

С. 45-51

Мова Рос.

Бібл. 16 назв.

### **УПРАВЛІННЯ РУХОМ МУЛЬТИКОПТЕРА ЗА КРИТЕРІЄМ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ РЕСУРСІВ**

**Титюк В. К.**

На даний час стрімко розширюється область застосування безпілотних літальних апаратів, однією з найбільш перспективних схем яких є мультикоптер. У зв'язку з розширенням області застосування мультикоптерів і збільшенням їх встановленої потужності значної актуальності набувають питання оптимізації енергоспоживання мультикоптерів.

Розглянуто відому математичну модель руху квадрокоптера. Привід гвинта здійснюється електроприводом постійного струму або іншим, близьким до нього за властивостями. Момент опору електроприводу гвинта пропорційний квадрату його кутової швидкості, як і створюване гвинтом тягове зусилля. На основі цієї моделі отримано аналітичні вирази для оцінки сумарного енергоспоживання та показника ефективності перетворення ресурсів при вертикальному переміщенні квадрокоптера по трапецієподібній траєкторії. Встановлено, що положення екстремумів енергоспоживання та показника ефективності перетворення ресурсів досягаються при неспівпадаючих параметрах траєкторії підйому квадрокоптера.

**Ключові слова:** квадрокоптер, енергоспоживання, ефективність, оптимальне управління.

---

УДК 621.313.332

С. 52-60

Мова Рос.

Бібл. 12 назв.

### **ОСОБЛИВОСТІ КОМУТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЗМІННОГО СТРУМУ З ТРАНЗИСТОРНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ НАПРУГИ**

**Юхименко М. Ю.**

Розглянуто комутаційні процеси в регуляторі змінної напруги, проведено зіставлення спектрів і показників якості вихідної напруги трифазних перетворювачів напруги при

формуванні різних видів широтно-імпульсної модуляції за синусоїдальним законом. Запропоновано критерії оцінки якості вихідної напруги перетворювача з широтно-імпульсною модуляцією, визначено способи її формування, що забезпечують найкращу якість вихідної напруги. Досліджено можливість зниження енергії втрат у силових напівпровідникових ключах регуляторів напруги. Показано способи поліпшення показників якості вихідної напруги, зниження втрат, підвищення співвідношення основної гармоніки до живлячої напруги.

**Ключові слова:** транзисторний перетворювач напруги, широтно-імпульсна модуляція, коефіцієнт гармонік, підвищення амплітуди основної гармоніки напруги.

---

УДК 621.3.016.34

С. 61-69

Мова Рос.

Бібл. 13 назв.

### **ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ РУШАННІ**

**Хребтова О. А., Ченчевой В. В., Огарь В. О.**

Розглянуто спосіб визначення параметрів мережі живлення для частотно-регульованого асинхронного електроприводу в умовах важкого пуску й рушання. Установлено, що застосування регресійної моделі, яка відображає поліноміальну залежність пускового моменту й струму від амплітуди та частоти напруги мережі живлення, дозволяє отримати максимально допустимий пусковий момент при мінімальному пусковому струмі з урахуванням кривої намагнічування для технологічних механізмів в умовах важкого рушання й пуску. Регресійну модель отримано методом планування експерименту, вхідні параметри якого визначалися на базі математичної моделі асинхронного двигуна в трифазній системі координат. Для апроксимації кривої намагнічування за експериментальними даними авторами запропоновано використовувати функцію Локон (Верзьєра) Аньєзі, яка відображає реальні процеси в області низьких частот напруги живлення.

**Ключові слова:** частотно-регульований електропривод, важкі умови рушання й пуску, крива намагнічування, математична модель, гіпотетичний метод, регресійна математична модель.

---

УДК 681.518.24

С. 70-83

Мова Рос.

Бібл. 10 назв.

### **ЕМУЛЯЦІЯ СИГНАЛІВ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ**

**Конох І. С., Найда В. В.**

Описано спосіб автоматизованої побудови моделі об'єкту управління, який базується на визначенні найближчих експериментальних послідовностей та інтерполяції результатів нечіткою експертною системою. Відмітною особливістю методу є збереження частотних характеристик і форми вихідного сигналу, ідентичних експериментальним

даним. Визначено вимоги до експериментальних послідовностей. Приведено алгоритм роботи, вказано кінцеві результати налаштування нечіткого контролера. Показано імітаційну модель для проведення досліджень.

Проаналізовано якість роботи методу на прикладі реальних експериментальних сигналів швидкості, отриманих у системі перетворювач частоти–асинхронний двигун із статичним навантаженням екскаваторного типу, а також сигналів швидкості та тиску, отриманих у гідротранспортній системі, до якої входить перетворювач частоти, асинхронний двигун, водяний насос і запірна арматура. Доведено можливість використання результатів роботи для побудови систем емуляції та ідентифікації, а також для налаштування реальних пристроїв управління поза технологічними установками.

**Ключові слова:** нечіткий контролер, ідентифікація, інтерполяція.

---

УДК 621.318

С. 85-91

Мова Укр.

Бібл. 9 назв.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МАГНІТНОГО ПІДВІСУ КЛАСИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

**Некрасов В. О., Донченко Р. М.**

Магнітна левітація є процесом левітації об'єкта за рахунок використання магнітного поля. Це знаходить все більш широкого застосування у різних галузях промисловості. Системи, що використовують електромагнітну силу притягання для утримання об'єкта в просторі, отримали назву систем магнітного підвісу.

Аналіз публікацій показав, що найбільша увага при дослідженні таких систем в основному приділяється створенню магнітних підшипників та систем керування для них. Проте проблема оптимального проектування геометрії магнітної системи магнітних підвісів у літературі висвітлена недостатньо. У таких системах, в основному, розробляється алгоритм керування, який є доволі складним, оскільки для гасіння збуджених коливань окрім абсолютного положення потрібно також враховувати швидкість його зміни та гістерезис магнітної системи, і також повинен швидко змінюватися струм. Однак останнє накладає певні вимоги й на параметри самого електромагніту: малий активний опір (менші втрати потужності, нагрівання), мала індуктивність електромагніту (можливість швидкої зміни сили струму), велика магнітна сила. Складність виконання всіх умов одночасно робить актуальним вирішення завдання оптимального проектування магнітної системи для таких систем.

Дана робота містить результати аналізу сучасного стану цієї проблеми, опис структури досліджуваної системи, аналіз впливу відстані до об'єкта на індуктивність котушки електромагніту, математичну модель класичної системи магнітного підвісу, її реалізацію та результати аналізу в програмному пакеті MatLab.

**Ключові слова:** магнітний підвіс, математична модель.



---

УДК 568.8:622.8:621.311

С. 93-99

Мова Рос.

Бібл. 13 назв.

## ОЦІНКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОЇ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ

**Сінчук І. О., Харитонов О. О.**

Необхідність оцінки параметрів рудничних тягових контактних мереж виникає щоразу, коли розробляються або експлуатуються пристрої й системи, пов'язані з контактною мережею. На першому місці стоять питання захисту людей від поразки електричним струмом. У даній роботі наведено результати досліджень по визначенню електричних параметрів контактних мереж, які показали, що провідність ізоляції може змінюватися в кілька разів, однак це проявляється в мережах із поганою ізоляцією, особливо при наявності більших зосереджених «витоків струму», що не можна вважати нормальним. У контактних мережах з нормальною ізоляцією таке явище практично відсутнє, а опір стабільний. Виміри електричних параметрів контактних мереж проводилися на різних підземних горизонтах діючих шахт Криворізького залізорудного басейну. За результатами вимірів повних опорів у режимах холостого ходу й короткого замикання розраховано активні провідності ізоляції й активні поперечні опори контактних мереж.

Доведено, що специфічні умови експлуатації електроустаткування підземного електровозного транспорту, на відміну від загальнопромислових, висувають додаткові вимоги до технічних способів і засобів захисту, дієвості і надійності роботи яких безпосередньо залежить від обліку параметрів тягової контактної мережі. Від ефективності використовуваних захисних заходів і засобів безпеки залежить забезпечення безпеки людей, зайнятих виконанням різного роду робіт у відкаточних виробітках. У свою чергу, вибір шляхів підвищення ефективності й створення більш досконалих засобів захисту ґрунтується на знанні причин виникнення електротравматизму та електричних параметрів тягових контактних мереж.

**Ключові слова:** контактний провід, пристрій захисного відключення, електричні параметри, опір, індуктивність, ємність, провідність.

# ДИСЕРТАЦІЇ

УДК 621.3.016.3:621.313.2

С. 23

Мова Укр.

## ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ БЕЗ МЕХАНІЧНОГО З'ЄДНАННЯ ВАЛІВ

**Ломонос А. І.**

У дисертації розв'язано актуальну науково-практичну задачу підвищення енергетичної ефективності обладнання під час випробування машин постійного струму шляхом використання системи взаємного навантаження без механічного з'єднання валів. Доведено, що застосування системи взаємного навантаження без механічного з'єднання валів, на відміну від існуючих комплексів для випробування, забезпечує виконання необхідних технологічних режимів роботи комплексу при менших енергетичних і матеріальних затратах. Обґрунтовано застосування у системі взаємного навантаження електромеханічного компенсатора, у ролі якого використовується підключена додаткова електрична машина постійного струму. Доведено, що з урахуванням динамічних режимів роботи у системі взаємного навантаження розрахункові значення параметрів трансформатора і напівпровідникового перетворювача енергії можуть бути зменшені з дотриманням навантажувальної здатності обладнання. Отримано регресійні математичні моделі, які пов'язують ефективні струми випробуваного двигуна, компенсатора та перетворювача енергії з параметрами керування напівпровідниковими перетворювачами у колах обмоток збудження електричних машин, що забезпечують формування навантажувального режиму та режиму компенсації змінних складових струму в силовому контурі. Розроблено алгоритми роботи та синтезовано екстремальну систему взаємного навантаження машин постійного струму, яка здійснює пошук мінімального значення струму якірного перетворювача енергії з автоматичним формуванням режимів навантаження та компенсації. Експериментально підтверджено можливість формування навантажувального режиму зі споживанням з мережі потужності втрат, що дозволяє використовувати неререверсивний напівпровідниковий перетворювач для живлення якірних кіл випробуваного двигуна та компенсатора за умови рівності їх потужностей.

**Ключові слова:** комплекс для випробування, машина постійного струму, система взаємного навантаження, електромеханічний компенсатор, миттєва потужність.

[Ломонос А. І. Електротехнічний комплекс для випробування машин постійного струму без механічного з'єднання валів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи» / А. І. Ломонос. – Кременчук, 2013. – 23 с.]

*Захист відбувся 10 квітня 2013 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 45.052.01 Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського за адресою: ауд. 1211, корпус № 1, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600.*

*З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського за адресою: вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600.*

УДК 004.89:621.313.333

С. 23

Мова Укр.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПІСЛЯРЕМОНТНИХ ВИПРОБУВАНЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

**Конох І. С.**

Дисертаційна робота присвячена питанням створення інформаційної технології управління випробувальним комплексом, що має властивість адаптації до об'єкту випробувань за рахунок використання нечіткої логіки і дозволяє формувати оптимізовану випробувальну напругу, що підвищує ефективність випробувань.

В роботі досліджено операції, що виконуються на випробувальних дільницях, запропоновано метод їх автоматизації за допомогою сучасних комп'ютерних засобів. Для автоматизації процесу випробувань і виключення суб'єктивних чинників розроблений метод ідентифікації випробовуваної машини за цифровими зображеннями і пошук паспортних заводських даних. Для його підтримки створено алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення, що автоматизує операції визначення паспортних даних асинхронного двигуна й обліку їх зміни в процесі ремонту.

З метою підвищення точності визначення параметрів схеми заміщення за методом аналізу балансу миттєвої потужності визначено характеристики напруги живлення та вимоги до спектрального складу потужності. Розроблені елементи інформаційної технології дозволяють підвищити якість роботи методу.

Розроблено структуру нечіткої системи керування спектральним складом споживаної потужності в процесі навантажувальних випробувань, відмітною рисою якої є апроксимація нечітким контролером знайдених залежностей зміни спектрів струму та потужності від спектра напруги. Створено алгоритми логічного керування роботою системи.

Проведено розробку й оптимізацію роботи регулятора струму з єдиною структурою з метою формування режимів ідентифікації та динамічного навантаження, що забезпечує якісні перехідні процеси при всіх можливих змінах параметрів асинхронних двигунів.

Створено комплекс програм, що реалізують елементи інформаційної технології.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, полігармонічне живлення, нечітка логіка, регулятор струму, миттєва потужність, відео ідентифікація.

[Конох І. С. Інформаційна технологія для управління процесами післяремонтних випробувань асинхронних двигунів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.техн. наук : спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / І. С. Конох. – Вінниця, 2013. – 23 с.]

*Захист відбувся 30 березня 2013 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 Вінницького національного технічного університету за адресою: ауд. 210, ГНК, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.*

*З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.*

# ЗВІТИ З НДР

УДК 621.797:621.664  
№ держреєстрації 0113U001196  
Інв. №

## ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ НА ОСНОВІ ТРАНЗИСТОРНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ

Родькін Д. Й., Юхименко М. Ю.

Звіт з НДР: 80 с., 35 рис., 18 табл., 28 джерел.

*Мета роботи* полягає в покращенні регулювальних і енергетичних характеристик асинхронного електропривода з транзисторним перетворювачем напруги в ланцюзі статора.

*Об'єктом дослідження* є система електропривода з асинхронним двигуном з перетворювачем напруги в колі статора з покращеними характеристиками перетворення енергії.

*Предмет дослідження* – процес електромеханічного перетворення енергії в АД і формування електромагнітного моменту двигуна при живленні від транзисторного перетворювача напруги.

Була доведена можливість і доцільність застосування системи «Транзисторний перетворювач напруги – АД» з комбінованим управлінням силовими ключами, як засобу реалізації зменшення втрат потужності в режимі холостого ходу або малих значень коефіцієнта завантаження асинхронного двигуна.

В процесі проведення досліджень був розроблений комбінований спосіб і алгоритми управління силовими ключами транзисторного перетворювача напруга, який забезпечує здійснення необхідного закону зміни механічних координат робочого органу технологічного механізму, можливість поліпшення коефіцієнта потужності електроприводу.

Були отримані аналітичні залежності швидкості й моменту електропривода технологічного механізму при управлінні від транзисторного перетворювача в колі статора. Досліджена зміна моменту електропривода при несинусоїдальній живлячій напрузі.

Розроблена математична модель транзисторного асинхронного електропривода, яка, на відміну від існуючих, дозволяє досліджувати процес формування електромагнітного моменту асинхронного двигуна з врахуванням імпульсного характеру живлячої напруги й впливу параметрів і алгоритмів управління перетворювачем на процес зміни вихідних координат електромеханічної системи.

Представлені результати досліджень та нові схеми управління параметрами перетворення електричної енергії пройшли апробацію й використовуються в навчальному процесі на кафедрі систем автоматичного управління і електроприводу в Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського.

**Ключові слова:** АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ТРАНЗИСТОРНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СПОСІБ КЕРУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

---

УДК 621.313.333.02  
№ держреєстрації 0113U001188  
Інв. №

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ ПИТАНИИ ОТ ИСТОЧНИКА НАПРЯЖЕНИЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

**Родькин Д. И., Резник Д. В.**

Отчет по НИР: 55 с., 21 рис., 12 табл., 60 литературных источников.

*Цель работы* – разработка универсального метода по определению электромагнитных параметров асинхронных двигателей.

*Объект исследования* процессы протекающие в асинхронном двигателе при питании от источника низкой частоты.

*Предмет исследования* – усовершенствование метода и повышение точности определения электромагнитных параметров асинхронного двигателя.

В процессе выполнения работы были определены процессы, проходящие в асинхронном двигателе при его питании от источника низкочастотного напряжения. На основании полученных результатов исследования разработан метод, который позволяет получить более приемлемые результаты при определении ЭМП.

Установлена зависимость, связанная с энергопроцессами при низкочастотном питании. Точки перегиба кривых составляющих полного сопротивления смещается в сторону меньших частот с увеличением мощности всех анализируемых двигателей, кроме электрических машин с повышенным скольжением (МТК, МТКВ, МТКМ). Машины этих серий характеризуются увеличением относительных частот, при которых наблюдаются перегибы кривых составляющих полного сопротивления.

Повышение точности определения ЭМП на низких частотах получается благодаря перераспределению токов в параллельном контуре, который образуется роторной цепью и цепью намагничивания.

Выполнено экономическое сравнении технических методов получения напряжения низкой частоты, по результатам которой наиболее оптимальной схемой является применение тиристорного регулятора напряжения

Представленные результаты исследований прошли апробацию в лаборатории на кафедре систем автоматического управления и электропривода в Кременчугском национальном университете имени Михаила Остроградского.

**Ключевые слова:** АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ИСПЫТАНИЕ, ИСТОЧНИК НИЗКОЧАСТОТНОГО ПИТАНИЯ

Условия получения отчета: по договору, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

---

УДК 621.313.332.012  
№ держреєстрації 0113U001190  
Інв. №

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В УМОВАХ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З САМОЗБУДЖЕННЯМ

**Родькін Д. Й., Зачепа Ю. В., Ченчевой В. В.**

Звіт з НДР: 51 с., 18 рис., 6 табл., 30 джерел.

*Об'єкт досліджень:* процеси перетворення енергії в автономних системах електроживлення з генераторними установками на базі електричних машин змінного струму.

*Мета дослідження:* підвищення ефективності застосування автономних генеруючих установок на базі асинхронних генераторів з конденсаторним збудженням при живленні споживачів співставної потужності.

*Метод дослідження:* розробка теоретичних положень, аналіз варіантів та побудова систем керованого пуску асинхронного двигуна, проведення експериментальних досліджень на математичних та на фізичних моделях.

Теоретично обґрунтована можливість підвищення енергоефективності роботи автономних генеруючих установок на базі асинхронного генератора з ємнісним збудженням для живлення промислових і комунальних об'єктів. Розглянуто принципи побудови систем автономного енергопостачання на базі асинхронного генератора та особливості пуску асинхронних двигунів, як найбільш розповсюджених перетворювачів електричної енергії в механічну роботу. Проведено дослідження на математичних та фізичних моделях процесів пуску асинхронних двигунів. Запропоновано спосіб та розроблено пристрій «сприятливого» пуску асинхронних двигунів з живленням від автономного асинхронного генератора.

Результати роботи можуть бути використані на промислових, сільськогосподарських і комунальних об'єктах.

**Ключові слова:** АВТОНОМНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР, ПУСКОВА СИСТЕМА, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

УДК 255:29.1, 621.313.39, 378.147.026.7

№ держреєстрації 0113U001192

Інв. №

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ЗЛИВНОЇ ГРЕБЛІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

**Гладир А. І., Хребтова О. А., Лещук О. Ю.**

Звіт з НДР: 73 с., 32 рис., 4 табл., 39 джерел.

Цілий ряд виробничих механізмів або агрегатів потребує забезпечення синхронного або синфазного обертання окремих його елементів при різній їх завантаженості. Виконання вимоги синхронності їх роботи забезпечують завдяки спеціальному їх включенню в схемі "електричного валу".

Низька надійність, складність обслуговування, незадовільні енергетичні показники морально застарілих систем синхронного обертання з допоміжними асинхронними машинами є підставою для пошуку сучасних технічних рішень, що забезпечують необхідну якість технологічного процесу при мінімальних енергетичних і експлуатаційних витратах.

Висока аварійність і недостатня енергетична ефективність допоміжних механізмів українських гідроелектростанцій (ГЕС), спричинена використанням морально застарілого та ненадійного обладнання, призвели до необхідності пошуку раціональних варіантів модернізації. Завдання оновлення допоміжних механізмів гідроелектростанції може вирішуватися шляхом часткової заміни і модернізації існуючого устаткування.



*Мета роботи* є підвищення енергоефективності і зниження аварійності, забезпечення надійності і довговічності електротехнічного і технологічного устаткування механізму підйому затвору зливний греблі.

*Ідея роботи* полягає в урахуванні недоліків конструктивних та технологічних особливостей механізму підйому та розробці, на його основі модернізованої системи електроприводу.

Розроблена модернізована система електроприводу механізму підйому може бути використана в усіх системах синхронного обертання, де необхідна точність позиціонування робочого органу при переміщенні. Розроблено лабораторний комплекс, який дозволяє досліджувати режими роботи слідкуючого і позиційного приводів, систем синхронного обертання і синфазного руху складових ланок системи. Розроблено спосіб керування та спосіб пуску синхронізованими асинхронними електроприводами для забезпечення синфазного руху елементів затвору по напрямних, запобіганні можливості перекосу металоконструкції, компенсації впливу зазорів в механічних передачах та повздовжніх деформацій в канатах, підвищення надійності та працездатності обладнання за рахунок покращення умов роботи технологічного механізму.

Представлені результати досліджень та нові схеми управління системою рухання та синхронного переміщення технологічного механізму пройшли апробацію й використовуються в навчальному процесі на кафедрі систем автоматичного управління і електроприводу в Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського.

**Ключові слова:** АСИНХРОНИЙ ДВИГУН, ВЛАСТИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МЕХАНІЗМУ, МОМЕНТ РУШАННЯ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

УДК 621.313.2.016.3.011.72

№ держреєстрації 0113U001191

Інв. №

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЛІНІЙНОСТЕЙ В СИСТЕМІ ВЗАЄМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Родькін Д. Й., Ломонос А. І., Мосюндз Д. А.**

Звіт з НДР: 57 с., 27 рис., 1 табл., 22 джерел.

*Об'єкт досліджень:* Процеси перетворення енергії в системі взаємного навантаження машин постійного струму.

*Мета дослідження:* розробка методики визначення параметрів нелінійностей з урахуванням процесів перетворення енергії в системі взаємного навантаження машин постійного струму.

*Метод дослідження* – розробка теоретичних положень і аналіз процесу перетворення енергії в системі взаємного навантаження. Експериментальні дослідження зміни нелінійних параметрів електромеханічної системи з машиною постійного струму.

Розвинені питання обґрунтування необхідності ідентифікації параметрів електричних машин під час післяремонтних випробувань. Проаналізовано системи навантаження машин постійного струму, виходячи з чого обґрунтовано актуальність ідентифікації параметрів в навантажувальному режимі. Аналіз методів визначення нелінійностей дозволив визначити недоліки існуючих методів та обґрунтувати необхідність розробки

універсального методу, що дозволить враховувати особливості всіх елементів і складових електромеханічних систем, у тому числі і нелінійних. Для аналізу енергопроцесів при оцінці працездатності електричних машин запропоновано використовувати енергетичний метод на базі рівнянь балансу миттєвої потужності. Розвинені підходи до визначення параметрів нелінійностей електричних машин на прикладі системи взаємного навантаження без механічного з'єднання валів.

Результати роботи можуть бути використані в навчальному процесі при проведенні лабораторних, практичних занять і самостійній роботі, в науково-дослідних лабораторіях, на промислових підприємствах.

**Ключові слова:** СИСТЕМА ВЗАЄМНОГО НАВАНТАЖЕННЯ МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, МЕТОД ЕНЕРГОБАЛАНСУ, АПАРАТ ФУР'Є, ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ, ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

---

УДК 621.313; 62-83.001.18:621.313.3:621.317.38

№ держреєстрації 0113U001193

Інв. №

## **РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПО ПАРАМЕТРАМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**Черный А. П., Юдина А. Л., Абдельмажид Бердай**

Отчет по НИР: 24 с., 19 рис., 1 табл., 10 источников.

*Объект исследований:* процессы преобразования энергии в электроприводах переменного тока с асинхронными двигателями.

*Цель исследований:* разработка теоретических основ оценки и прогнозирования работоспособности электроприводов переменного тока по параметрам энергопотребления.

*Методы исследований* – анализ процессов преобразования энергии; разработка теоретических положений с использованием математического аппарата временных рядов, экспериментальные исследования путем математического моделирования на основе математических моделей в виде систем дифференциальных уравнений.

Решена задача оценки состояния и прогнозирования работоспособности ЭД переменного тока на основе статистической оценки изменения линейных свойств электродвигателя, полученной по функциям спектральной плотности основных параметров энергопотребления.

Показана возможность исследования линейных свойств систем ЭД в условиях неполных или отсутствующих данных о его внутренней структуре на основе мониторинга измеряемых значений напряжения и тока.

Представлены исследования по применению разработанных теоретических положений оценки состояния и работоспособности ЭД с учетом параметров питающей сети.

Результаты работы могут быть использованы при разработке методики прогнозирования состояния и работоспособности электроприводов переменного тока на основе мониторинга параметров энергопотребления.

Экономический эффект состоит в удлинении срока безаварийной эксплуатации электроприводов за счет обеспечения возможности прогнозирования работоспособности двигателя и своевременного проведения ремонтных работ в случае ухудшения его состояния.

**Ключевые слова:** ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ, ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.

Условия получения отчета: по договору, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

УДК 621.313;004.358:62-83-523:378.162.33

№ держреєстрації 0113U001194

Інв. №

## **РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ**

**Чорний О. П., Перекрест А. Л., Конох І. С., Найда В. В., Романенко С. С., Карайбіда Т. В.**

Звіт з НДР: 58 с., 36 рис., 1 табл., 23 джерела.

*Мета дослідження:* розробка програмного забезпечення для віддаленого керування електромеханічними системами з електроприводом.

*Об'єкт досліджень:* Процеси в електромеханічних системах з віддаленим керуванням їх режимами роботи.

*Предмет дослідження.* Програмне забезпечення комп'ютерних систем для віддаленого керування електромеханічним обладнанням.

*Методи дослідження* – розробка теоретичних положень і аналіз режимів роботи електромеханічних систем з електроприводом шляхом віддаленого керування їх режимами роботи. Для розробки комп'ютерних систем віддаленого керування електромеханічним обладнанням використовувався ієрархічний підхід.

Теоретично обґрунтована можливість використання віртуальних лабораторних комплексів для дослідження режимів роботи електромеханічних систем з електроприводом. Виконано аналіз особливості побудови електромеханічних комплексів з електроприводом. Обґрунтовано принцип побудови віртуального лабораторного комплексу. Розроблено прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем для віддаленого керування електромеханічними системами з електроприводом різних об'єктів: для теплоенергетики та навчального процесу. Впровадження роботи виконано в Кременчуцькому національному університеті для віддаленого керування системою тепlopостачання та в начальний процес.

Результати роботи можуть бути використані в навчальному процесі при проведенні лабораторних, практичних занять і самостійній роботі, в науково-дослідних лабораторіях, на промислових підприємствах.

Ефективність полягає у зниженні затрат на створення дослідницьких навчальних стендів за рахунок використання одиничних варіантів обладнання з віддаленим керуванням їх режимами через мережу Internet, які забезпечують виконання основних завдань дослідження режимів роботи електромеханічних систем. Соціальний ефект полягає у підвищенні якості отриманих знань і підготовки фахівців.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА, ЕЛЕКТРОПРИВОД, ВІРТУАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС, ВІДДАЛЕНЕ КЕРУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

УДК 621.313;62-83:621.313.3:621.34

№ держреєстрації 0113U001195

Інв. №

## **РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ И ПУТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

**Черный А. П., Юдина А. Л., Абдельмажид Бердай**

Отчет по НИР: 41 с., 48 рис., 8 табл., 18 источников.

*Объект исследований:* процессы преобразования энергии в электроприводах переменного тока с асинхронными двигателями.

*Цель исследований:* разработка математического аппарата для синтеза законов управления электроприводами с минимизацией переменных составляющих момента и потребляемой мощности, формирование принципов и путей управления качеством преобразования энергии в электроприводах переменного тока.

*Методы исследований* – разработка теоретических положений и анализ процессов преобразования энергии; экспериментальные исследования путем математического моделирования на основе математических моделей в виде систем дифференциальных уравнений.

Решена задача управления качеством преобразования энергии в электроприводах с асинхронными двигателями, которые имеют приобретенную параметрическую несимметрию. Представлены исследования по применению разработанных принципов управления качеством преобразования энергии. Показана возможность компенсации высших гармоник потребляемой мощности и электромагнитного момента электродвигателя за счет управления преобразователем энергии в составе регулируемых электроприводов. Управление осуществляется средствами преобразователя питания статорных цепей АД и не требует дополнительных специальных систем или устройств. Компенсация параметрической несимметрии АД обеспечивается искусственным созданием несимметрии и несинусоидальности питающей энергии на статоре АД с использованием поисковых оптимизационных алгоритмов, что позволяет минимизировать переменные составляющие мгновенной мощности и момента. Предложенные принципы распространены на системы с тиристорными регуляторами напряжения на статоре, преобразователями частоты с автономными инверторами и ШИМ выходного напряжения электроприводов с асинхронными двигателями, системы с тиристорным возбуждением синхронных двигателей, а также поисковые оптимизационные системы.

Результаты работы могут быть использованы в промышленности на предприятиях горной, металлургической промышленности, транспорте, которые эксплуатируют электроприводы переменного тока с асинхронными двигателями.

Экономический эффект состоит в бесперебойности технологического процесса и получении соответствующей продукции за счет удлинения срока безаварийной эксплуатации асинхронных двигателей.

**Ключевые слова:** КАЧЕСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ, ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.

Условия получения отчета: по договору, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

УДК 621.313.2:621.3.013.1

№ держреєстрації 0113U001189

Інв. №

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КАР'ЄРНОГО ЕЛЕКТРОВОЗУ З УРАХУВАННЯМ БОКСУВАННЯ**

**Чорний О. П., Артеменко А. М.**

Звіт з НДР: 39 с., 24 рис., 2 табл., 22 джерела.

*Мета роботи* полягає в синтезі математичної моделі та дослідження електромеханічних процесів в тяговому електроприводі з урахуванням боксування.

*Об'єктом дослідження* є процес боксування колісних пар кар'єрного електровоза.

*Предмет дослідження* – тяговий електропривод постійного струму кар'єрного електровоза.

Визначене місце залізничного транспорту серед інших видів кар'єрного транспорту в загальному виробітку кар'єрів. Наведено локомотивний рухомий склад кар'єрного залізничного транспорту України. Зазначені особливості конструкції тягового агрегату ОПЭ1АМ, який використовується в умовах ВАТ "Полтавський ГЗК".

Визначені основні причини виникнення боксування та їх вплив на роботи електромеханічної системи в цілому.

Проведено дослідження та визначення тягових та швидкісних характеристик електровоза при впливі внутрішніх причин нестабільності тягово-зчіпних властивостей локомотива та розраховані статичні та динамічні характеристики системи електропривода при зміні діаметра коліс електровоза та несиметрії опорів тягових двигунів.

Представлені результати досліджень можуть бути використані на підприємствах гірничо-видобувної промисловості.

**Ключові слова:** ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, БОКСУВАННЯ, ЕЛЕКТРОВОЗ, ТЯГОВИЙ АГРЕГАТ, ТЯГОВО-ЗЧІПНІ ВЛАСТИВОСТІ

Умови одержання звіту: за договором. 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, КрНУ, тел.: (03566) 31147.

# ПЕРЕЛІК АВТОРІВ / LIST OF AUTHORS

<b>А</b>		Волканін Є. Є. .... 53	
Абдельмажід Бердай.....	64, 106, 108	<b>Г</b>	
Алексєєва Ю. О. ....	10, 38	Галіновський О. М.....	54, 81, 88
Алтухов Є. І.....	64	Гладир А. І.....	9, 10, 63, 104
Андрейшин А. С.....	62	Голенков Г. М.....	45
Артеменко А. М.....	20, 109	Горбатюк Р. М.....	61
Атеф С. Аль-Машакбех.....	39	Гордієнко Н. О.....	18, 23, 84
<b>Б</b>		Грабко В. В.....	80
Бабенко Олена Ю.....	81, 88	Гранкін Р. В.....	59
Бабенко Ольга Ю.....	81, 88	Грань О. М.....	50
Базишин М. Ю.....	22	Грицюк О. С.....	30
Бальзан І. В.....	80	Губін І. В.....	72
Бачко М. ....	68	Гузан М.....	77
Бедерак Я. С.....	71	Гузов Е. С.....	68
Березюк А. О.....	53	Гуржій А. М.....	38
Бєлоха Г. С.....	48	Гуров А. П.....	50
Билина Ю. Л.....	30	<b>Д</b>	
Бібік О. В. ....	61	Данілін О. В.....	64
Білик О. А. ....	61, 74	Джура О. В. ....	74
Богатирьов К. М. ....	64	Дзіак Д. ....	62
Боев А. Є.....	50	Диннік Л. М.....	74
Бойко В. С.....	65	Донченко Р. М.....	96
Бойко Л. Г.....	22	Дрючин В. Г.....	48
Бойко С. М.....	56	<b>Є</b>	
Бондар Р. П.....	45	Єлісовецький О. О.....	72
Босак А. В.....	64	<b>Ж</b>	
Браташ О. В. ....	15	Жуков А. О. ....	56
Бредіхіна Я. А. ....	75	Жуков Л. О. ....	61
Бурбело М. Й. ....	43	<b>З</b>	
Бурик М. П.....	35	Загірняк М. В.....	8, 18, 34, 39
Буряковський С. Г.....	58	Зайченко С. В.....	72
Бялобржеський О. В.....	44, 73, 78	Закладний О. М.....	87
<b>В</b>		Закладний О. О.....	87
Вансач М. ....	74	Зачепа Ю. В.....	15, 60, 103
Василенко Д. Ю. ....	80	Земзюлін М. О.....	50
Василець С. В.....	40	<b>І</b>	
Васильєв Д. С.....	66	Істоміна Н. М.....	14
Васильєв Л. О.....	50, 53	<b>К</b>	
Ващишин Д. Д.....	51	Кабашта М. ....	55
Величко О. Л.....	16, 26	Кадушкевич О. В.....	78
Вершинін Д. В.....	61		
Вільнер В. Б. ....	81, 88		
Вінсе Т.....	83		
Волжан М. М. ....	21		

Калініченко А. В. ....	51
Калінов А. П. .... 8, 9, 11, 15, 35, 63, 76, 93	
Карайбіда Т. В. ....	107
Карзова О. О. ....	39
Карлик Є. П. ....	44
Карпенко В. В. ....	80
Карпенко О. О. ....	66, 92
Кніжнік Є. Н. ....	17, 25
Кобиланський Б. Б. ....	57
Кобиланський М. А. ....	16, 26
Коваль А. М. ....	46
Коваль Т. П. ....	20, 29, 38
Ковальов О. Ю. ....	80
Ковальчук А. І. ....	75
Ковальчук В. Г. ....	9, 10, 14, 59
Ковач Д. ....	47, 62, 68
Ковбаса С. Н. ....	42
Козикова Т. П. ....	89
Козій В. Б. ....	60
Коломієць В. В. ....	57
Кондратенко І. П. ....	51, 53
Конох І. С. ....	17, 22, 55, 60, 95, 100, 107
Кореньков Є. В. ....	48
Коренькова Т. В. ....	9, 10, 14, 34, 59
Кравець О. М. ....	43, 44
Краснов Р. В. ....	39
Кузнецова І. А. ....	29
Кутін В. М. ....	80
Кухарчук В. В. ....	46

**Л**

Лашко Ю. В. ....	20, 29, 38, 82
Лещук О. Ю. ....	63, 104
Литвин О. Ю. ....	45
Лісний М. І. ....	68
Літковець С. П. ....	72
Лобода Ю. В. ....	43
Ломонос А. І. ....	65, 99, 105
Лосіна К. І. ....	77
Лужнев А. І. ....	53
Луценко І. А. ....	93
Ляшевський С. Е. ....	42
Ляшенко В. П. ....	39, 53

**М**

Мазуренко Л. І. ....	61, 74
Майданський І. Я. ....	57, 78
Макурін А. В. ....	79
Малигін Б. В. ....	67
Малякова М. С. ....	35, 76
Мамчур Д. Г. ....	8, 88

Маслівець А. В. ....	25
Маслій Ан. С. ....	58
Маслій Ар. С. ....	58
Мацігін А. Б. ....	56
Мачинська Н. І. ....	17
Мельников В. О. ....	11, 63
Мнускін Ю. В. ....	50, 53
Молодика І. С. ....	20
Мольнар Я. ....	83
Мосюндз Д. А. ....	21, 36, 70, 86, 92, 105
Муха А. М. ....	39

**Н**

Найда В. В. ....	95, 107
Некрасов В. О. ....	96
Никитенко М. В. ....	43
Никифоров В. В. ....	17, 23
Нікітіна Т. Б. ....	55
Ніколаєнко А. М. ....	31
Ноженко В. Ю. ....	22, 23, 93
Носач Є. В. ....	29, 64

**О**

Оберемок А. О. ....	72
Оборонов Т. Ю. ....	87
Огарь В. О. ....	7, 15, 39, 46, 65, 81, 95
Олейнік С. В. ....	71
Омельченко О. В. ....	43
Орловський І. А. ....	83
Островерхов М. Я. ....	35, 55
Оцілка М. ....	62

**П**

Паранчук Я. С. ....	56
Пархоменко Р. А. ....	69
Пархоменко Р. О. ....	68
Пердуляк Я. ....	47
Перекрест А. Л. ....	20, 21, 25, 66, 79, 92, 107
Пересада С. М. ....	42
Пермяков В. М. ....	78
Петрова К. Г. ....	90
Петухов М. В. ....	67, 72
Погорлецький Д. С. ....	67
Подольцев О. Д. ....	45
Потапенко Є. М. ....	73
Потапов А. Л. ....	92
Приступа Д. Л. ....	42

**Р**

Ращепкін А. П. ....	51, 53
Репецький В. О. ....	55

Резнік Д. В. ....	16, 18, 86, 103
Резнік О. А. ....	79
Родінков В. І. ....	46
Родькін Д. Й. ....	7, 8, 15, 21, 23, 27, 34, 37, 46, 86, 102, 103, 105
Розен В. П. ....	68
Романенко С. С. ....	107
Романенко Св. С. ....	25
Ромашин Ю. В. ....	8, 14, 27, 36, 86, 92
Ромашин Ж. І. ....	93
Руденко М. А. ....	14, 26

**С**

Самчелєєв Ю. П. ....	48
Сандул В. М. ....	59
Свистун А. В. ....	65, 81
Семенець Д. А. ....	57
Сенько В. І. ....	56
Сердюк О. О. ....	10, 16, 26
Серебренніков Б. С. ....	90
Середа Д. С. ....	73
Середа О. Г. ....	90
Сидоренко В. М. ....	34
Сінчук І. О. ....	69, 70, 97
Сліденко В. М. ....	59
Смолянський П. С. ....	89
Смотров Є. О. ....	58, 61
Сотник М. І. ....	65
Спалдонова Д. ....	45
Суботін В. В. ....	61
Сукач С. В. ....	7
Сулим А. О. ....	65, 70
Сусленко О. Ю. ....	61
Сухнацький Б. М. ....	67
Сьомка О. О. ....	52

**Т**

Таран Ю. П. ....	31
Татарченко М. О. ....	55
Титюк В. К. ....	25, 87, 94
Ткач С. А. ....	52
Томчікова І. ....	62, 74, 76
Топалов А. М. ....	50

**Ф**

Фадейкін Т. Н. ....	75
---------------------	----

**Х**

Хаджиселимович М. ....	82
Хаджиселімович М. ....	38
Харитонов О. О. ....	97
Ходулікова А. ....	77
Хребтова О. А. ....	9, 95, 104

**Ч**

Ченчевой В. В. ....	15, 39, 46, 95, 103
Чепкунов Р. А. ....	31
Чермалих В. М. ....	57, 64
Чермалих О. В. ....	57, 78
Черно О. О. ....	50
Чорний О. П. ....	8, 17, 20, 23, 25, 29, 34, 38, 64, 82, 87, 106, 107, 108, 109
Чубик Р. В. ....	61
Чумак Є. Т. ....	31
Чумачова А. В. ....	8, 58

**Ш**

Шведчикова І. О. ....	50, 52
Шевченко І. С. ....	48
Шевчук С. П. ....	59, 72
Шийка А. А. ....	73
Шпачук О. О. ....	80
Шульга Ю. І. ....	7
Шуляк А. А. ....	71
Шуруб Ю. В. ....	42
Шутька О. В. ....	10

**Щ**

Щербак М. А. ....	56
Щербина О. В. ....	66
Щокін В. П. ....	71
Щур І. З. ....	75

**Ю**

Юдина А. Л. ....	106, 108
Юдіна Г. Г. ....	22
Юрченко М. М. ....	65
Юхименко М. Ю. ....	9, 16, 27, 47, 94, 102

**Я**

Явір В. В. ....	61
Ялова А. М. ....	69
Ялова О. М. ....	68
Яремов О. І. ....	55