

3. Березин, С. Е. "Управление воздухоудовками—действенная мера энергосбережения в инфраструктуре водоотведения." Журнал «Водоснабжение и санитарная техника 3 (2012): 55-58.
4. Данилович, Д. А. "Энергосбережение и альтернативная энергетика на очистных сооружениях канализации." М: Водоснабжение и санитарная техника 1 (2011).

**A. Kovalchuk, O. Romanets**

**National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»**

**WAYS TO REDUCE OPERATING COSTS FOR ELECTRICITY FOR ENTERPRISES  
CLEANING WASTEWATER**

*The article analyzes the measures to reduce electricity consumption of aeration system for enterprises biological treatment of industrial wastewater. Considered air control multistage and single-stage blowers, creating membrane elements and replacing the old system of aeration.*

**Keywords:** anaerobic processes, aerobic process, treatment and biogas.

1. Blagodarnaya G. "Energysaving in waste water treatment." (2013).
2. Yurchenko V., Smirnov A., and Esin M. " Experience improved energy efficiency of sewage treatment facilities Utilities cities 107 (2013): 176-183.
3. Berezin S. " Manage blowers-effective measure energy savings in wastewater infrastructure." Magazine Water Supply and Sanitary Equipment 3 (2012): 55-58.
4. Danilovich D. " Energy conservation and alternative energy at the wastewater treatment plant." M: Water supply and sanitary engineering 1 (2011).

УДК 628.356.3

**А.М. Ковальчук**, канд. техн. наук, доцент, **А.П. Романец**

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»**

**ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ  
ЭНЕРГИЮ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*В статье проанализированы меры по сокращению потребления электроэнергии системой аэрации для предприятий биологической очистки промышленных сточных вод. Рассмотрены вопросы регулировки подачи воздуха многоступенчатыми и одноступенчатыми воздухоудовками, создания мембранных элементов и замены старой системы аэрации.*

**Ключевые слова:** аэрация, энергоэффективность, энергопотребление.

Надійшла 26.10.2014

Received 26.10.2014

УДК 621.311.001.57(063)

**О.М. Закладний**, канд. техн. наук, доцент; **Д.Ю. Могилат**

**О.О. Закладний**, канд. техн. наук, доцент; **В.Г. Смоляр**

**Национальный техничний університет України «Київський політехнічний інститут»**

**КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ РУХУ  
ЕЛЕКТРОНАВАНТАЖУВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ АДАПТИВНОЇ  
ФАЗЗИ - НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

*Проведено аналіз та порівняння двох віртуальних моделей електропривода руху з вентиляним двигуном (ВД) з синхронною машиною на постійних магнітах для електронавантажувача. У першій моделі використовується ПІ-регулятор з нечіткою логікою для використання енергоефективного закону управління ВД. У другій швидкість оцінюється за допомогою регулятора на основі штучної нейронної мережі (ШНМ). Для використання енергоефективного закону управління ВД застосовано адаптивний механізм, заснований на порівняльній моделі - регуляторах на базі адаптивної фаззи-нейронної мережі (АФНМ) та ШНМ. Проаналізовано показники швидкодії в різних станах систем: постійному, змінному, перехідному тощо. За результатами дослідження вибрано другу модель, яка найбільшою мірою задовольняє вимоги до керування електроприводом руху електронавантажувача.*

**Ключові слова:** електронавантажувач, вентиляний двигун, синхронна машина з постійними магнітами, фаззи-нейронна мережа, фаззи-логіка, адаптивне керування.

© Закладний О.М., Могилат Д.Ю., Закладний О.О., Смоляр В.Г., 2014

**Вступ**

Останнім часом запровадження керування за допомогою штучного інтелекту (ШІ): нечітке керування, нейронні мережі, генетичний алгоритм тощо набуває актуальності як важлива складова вдосконалення систем керування електроприводом. Застосування в електроприводі руху електронавантажувача синхронних машин з постійними магнітами (СМПМ) потребує нових алгоритмів керування. Через нелінійність СМПМ виникає багато проблем, пов'язаних з підтриманням високої продуктивності системи. Комбінований алгоритм розроблено на основі адаптивного ПІ-регулятора з використанням адаптивного алгоритму керування. Цей комбінаційний алгоритм пропонується для використання у синхронному двигуні на постійних магнітах [1]. Непряме векторне керування широко застосовується у системі електропривода з СДПМ. У системах керування промислових механізмів значне поширення отримав ПІ-регулятор. Але цей регулятор не може забезпечити потрібну високу продуктивність і надійне керування в різних варіаціях параметрів, таких як збурення, швидкість, крутний момент тощо. Для вирішення цієї проблеми, було розроблено метод адаптивного керування, що виявилось набагато кращим, ніж ПІ-регулятор [2]. Але цей метод складний у реалізації через потребу застосування алгоритму та математичного моделювання з великим часом розрахунку [3]. Ефективність цього методу виявилась вищою ніж інших методів векторного керування.

Для вирішення цих проблем було розроблено прямий fuzzy-регулятор. Продуктивність штучної нейронної мережі (ШНМ) різносторонньо досліджена для максимального наближення до функціонального призначення. Але, оскільки не можна керувати потоком в цьому методі, з'являється ефект насичення, і використовується датчик швидкості.

**Метою роботи** є побудова та дослідження двох віртуальних моделей електропривода з вентилем двигуном для електронавантажувача - з підпорядкованим керуванням та з регулятором на основі фаззі-нейронної мережі та вибір такої з них, що має кращі динамічні показники й задовольняє вимоги енергоефективності.

**Результати досліджень****Система приводу**

Рис. 1 демонструє систему векторного керування СМПМ.

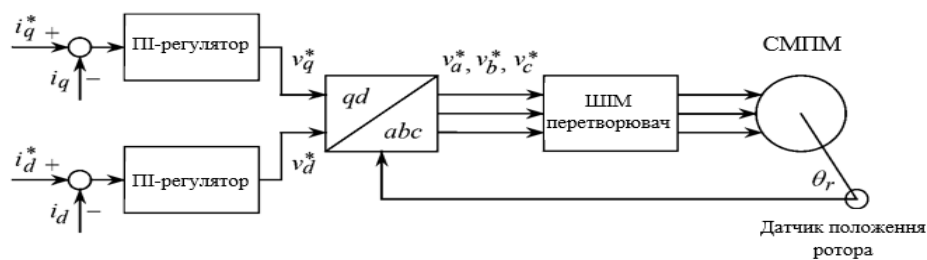


Рис. 1 Векторна система керування СМПМ

Математична модель приводу СМПМ описується рівняннями (1)–(4):

$$p i_d = (v_d - R i_d + \omega_r L_q i_q) / L_d \quad (1)$$

$$p i_q = (v_q - R i_q - \omega_r L_d i_d - \omega_r \phi_{af}) / L_q \quad (2)$$

$$p \omega_r = (T_e - T_L - B \omega_r) / J \quad (3)$$

$$T_e = \frac{3}{2} P [\phi_{af} i_q + (L_d - L_q) i_d i_q] \quad (4)$$

**Моделювання системи електроприводу руху електронавантажувача з ПІ- регулятором, з fuzzy –логікою**

Розглянемо першу віртуальну модель, у якій використовується ПІ-регулятор з fuzzy-логікою. В даній моделі використовується двигун потужністю 2,2 кВт, напругою 220 В з частотою обертання 3000 об/хв. Двигун живиться від шестипульсного перетворювача напруги. Сигнали спрацювання ключів перетворювача створюються за допомогою сигналів ефекта Хола, які надходять з датчиків положення ротора двигуна.

Навантаження, приведені до валу двигуна на початку симуляції, дорівнює 0 Нм, а вже на 0,1 с симуляції досягає свого номінального рівня 11 Нм. При цьому спостерігається стрибок швидкості (рис.2а), зростання струму статора для підтримки номінальної швидкості та електромагнітного моменту (рис.2б та рис. 2в).

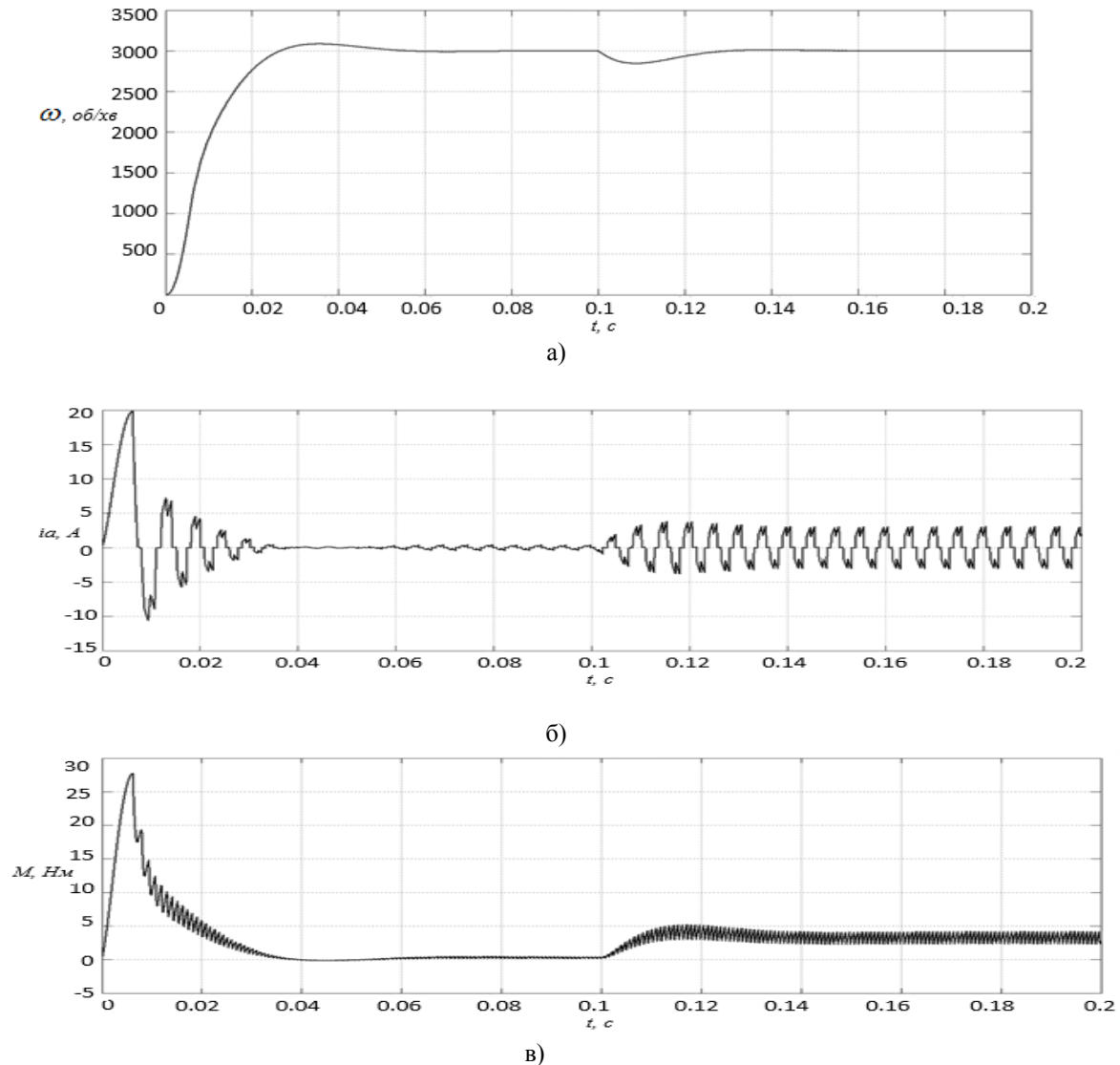


Рис. 2 Результати моделювання

а) крива швидкості ВД, б) крива струму статора ВД, в) крива електромагнітного моменту ВД

В даній моделі використовується два контури керування: внутрішній відповідає за роботу інвертора, а зовнішній контролює швидкість двигуна зміною напруги живлення.

Крива струму статора має пилоподібну форму, фазна напруга – трапецеїдальну форму з викидами, викликаними спрацюванням ключів, а крива фазної ЕРС має трапецеїдальну форму.

ПІ-регулятор з нечіткою логікою постійно змінює регульовальні параметри системи для підтримання сталої величини кута запасу  $\delta$  на мінімальному рівні, а отже, – це все забезпечує виконання енергоефективного (третього) способу керування ВД, що робить цю модель кращою за швидкодією та за всіма динамічними показниками [1].

#### Моделювання адаптивного ФНМ – регулятора

Структурну схему запропонованого адаптивного ФНМ–регулятора зображено на рис.3. Дана модель використовується для точного визначення потрібних характеристик, які відповідають критеріям проектування, як час регулювання і похибка. Вихід моделі – відношення бажаного сигналу  $\omega_m(k)$  до сигналу керування. Останній буде порівнюватися з фактичним відгуком системи  $\omega_r(k)$  для генерації адаптаційного сигналу, який дозволить зменшити різницю. Як показано на рис. 3, адаптивний фаззі–регулятор з'єднаний паралельно з контуром ФНМ.[3]

Рис. 4 показує адаптивний фаззі–регулятор (АФР) еталонної моделі. Контур АФР з'єднаний паралельно з контуром ФНМ.

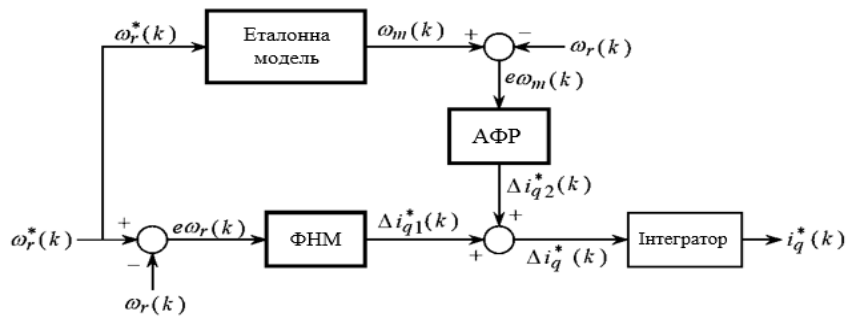


Рис. 3 Алгоритм адаптивного ФНМ – регулятора

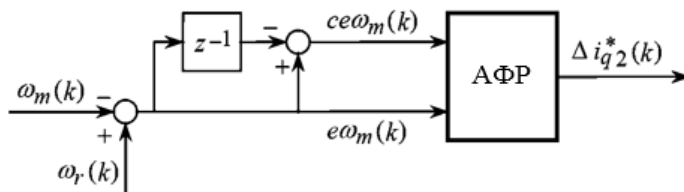


Рис. 4 АФР з еталонною моделлю

Помилка  $e\omega_m(k)$  між виходом моделі, фактичною швидкістю та її зміною  $ce\omega_m(k)$

$$e\omega_m(k) = \omega_m(k) - \omega_r(k) \quad (5)$$

$$ce\omega_m(k) = e\omega_m(k) - e\omega_m(k-1) \quad (6)$$

Вхідні змінні будуть оброблені АФР для створення коригуючого виразу  $\Delta i_{q2}^*(k)$ , який додається до виходу алгоритму  $\Delta i_{q1}^*(k)$  для отримання  $\Delta i_q^*(k)$ . Еталонний струм отримується інтегруванням  $\Delta i_q^*(k)$ .

$$\Delta i_q^*(k) = \Delta i_q^*(k-1) + [\Delta i_{q1}^*(k) + \Delta i_{q2}^*(k)] \quad (7)$$

### Порівняння отриманих результатів моделювання систем

На рис. 5 показано систему приводу СМПМ з АФНМ та ШНМ. Регулятор забезпечує ефективні показники для системи разом із варіаціями параметрів і робочих точок (АЦП – аналого-цифровий перетворювач затримки).

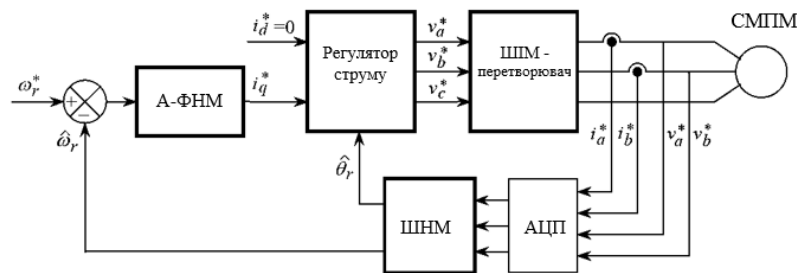


Рис. 5 Система електроприводу з СМПМ з АФНМ та ШНМ

Параметри СМПМ:  $U = 220V$ ;  $P = 2,2кВт$ ;  $N_{\text{поллюсів}} = 4$ ;  $R_S = 0,98 \text{ Ом}$ ;  $\varphi_a = 0,147Вб$ ;  $f = 60Гц$ ;  $L_d = 9,1мГн$ ;  $L_q = 18,82мГн$ ;  $I_{ам} = 15A$ ,  $n = 750 \frac{об}{хв}$ .

На рис.6 зображено результати порівняння швидкості та струму осі  $q$  ПІ-регулятора з fuzzy-логікою, а також регулятора з АФНМ. Розрахункова швидкість – це швидкість, розвинена до 1800 об/хв, починаючи з 0,2 с, а момент навантаження зростає до 3 Нм на інтервали з 0,6 с до 0,8 с.

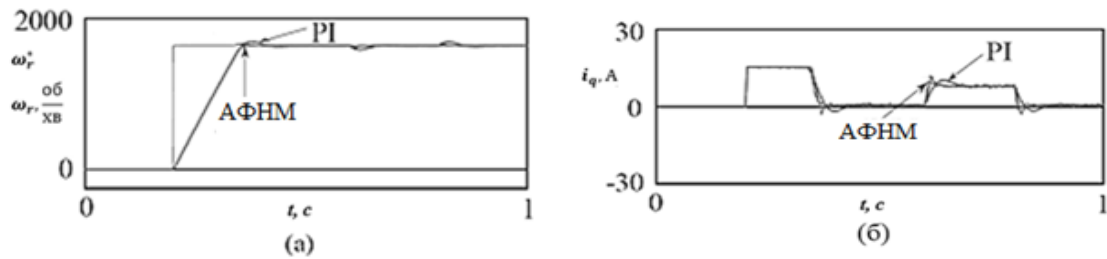


Рис. 6 Порівняння характеристик швидкодії з ПІ-регулятором, та регулятором з АФНМ

На рис. 7 показники швидкодії, отримані від ФНМ регулятора в той час, коли швидкість спочатку дорівнює 0, потім 500 об/хв, а далі – 500 об/хв. На рис. 7(а) показано швидкість керування та реальну швидкість, рис. 7(б) – швидкість керування та розрахункову швидкість, рис. 7(в) – струми осі  $q$ , рис. 7(г) – реальний кут та кут, розрахований ШНМ.

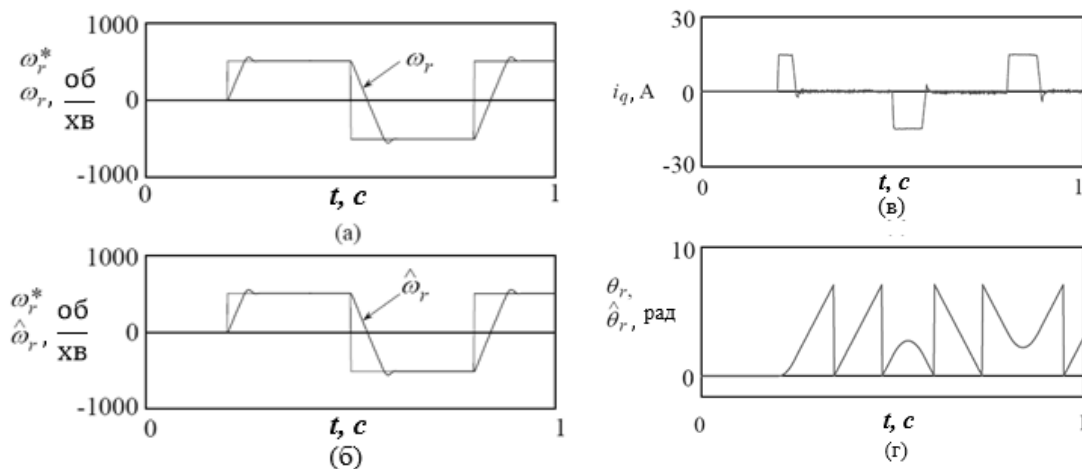


Рис. 7 Показники швидкодії ФНМ та ШНМ регулятора при зміні крокової швидкості керування

На рис. 8 зображено показники швидкодії АФНМ. АФНМ показує кращу продуктивність на відміну від ПІ-регулятора з fuzzy-логікою, крім того, вона покращується навіть зі зміною швидкості та моменту. ШНМ регулятор також показав задовільні результати.

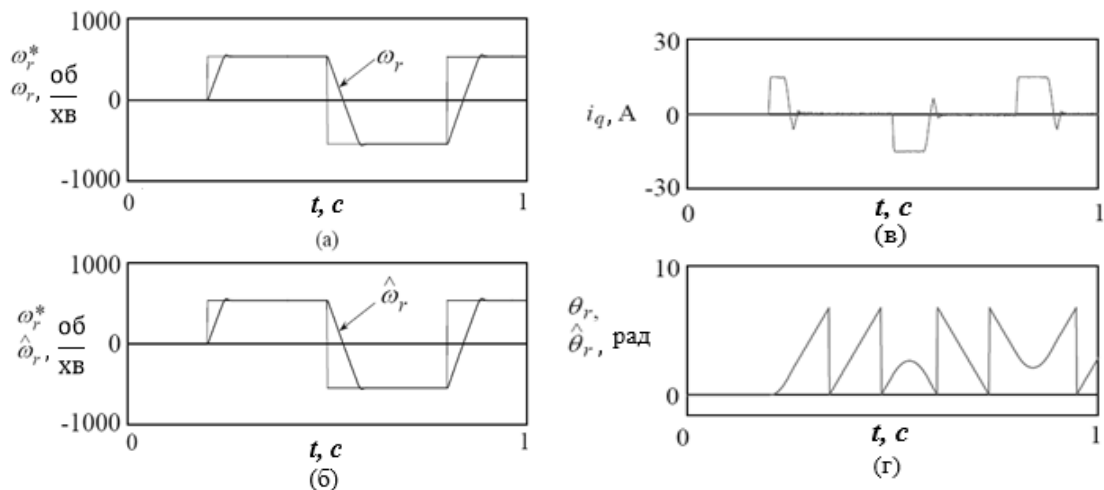


Рис. 8 Показники швидкодії АФНМ та ШНМ регулятора при зміні крокової швидкості керування

**Висновки.** У даному дослідженні запропоновано дві віртуальні моделі для привода електронавантажувача: з ПІ регулятором на основі fuzzy-логіки та з АФНМ регулятором для забезпечення високих показників керування приводу з СМПП за допомогою третього закону керування. Було проведено порівняння цих двох систем, яке виявило, що на відміну від першої системи з ПІ регулятором з fuzzy-логікою друга система з АФНМ регулятором поєднує пріоритетність фаззи-законів, послідовність методів кластеризації та багаточарові нейронні мережі, а разом з ШНМ регулятором має

таку перевагу, як адаптивне керування завдяки нейронним мережам та надійність фаззи-керування. Ще одною перевагою другої системи є застосування адаптивного механізму, заснованого на порівняльній моделі. Отже, за показниками швидкодії в різних станах системи, надійності та нечутливості до зміни параметрів була вибрана друга система з АФНМ та ШНМ регуляторами, яка в найвищій мірі задовольняє потреби систем керування електроприводом руху електронавантажувача.

#### Список літератури

1. Закладний О.М., Закладний О.О., Броницький В.О., Могилат Д.Ю. Енергоефективний електропривод електронавантажувача // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2013. №1. С. 36-41.
2. О.М. Закладний, О.О. Закладний, Д.Ю. Могилат, В.Г. Смоляр. Керування вентильним двигуном електронавантажувача за допомогою фаззи-нейронної мережі // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2014. №3. С. 64-68.
3. Hong-Gyun Lee, Jung-Chul Lee, Su-Myeong Nam, Jung-Sik Choi, Jae-Sub Ko, Dong-Hwa Chung, "The Speed Control and Estimation of IPMSM using Adaptive FNN and ANN", ICCAS2005, June 2-5 2012, KINTEX, Gyeonggi-Do, Korea.

**О.М. Закладний, Д.Ю. Могилат, О.О. Закладний, В.Г. Смоляр**  
**National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»**

#### **CONTROL OF ELECTROMOTIVE DRIVE IN FORKLIFT USING ADAPTIVE FUZZY - NEURAL NETWORK**

*The analysis and comparison of two virtual models with VE electric drive. The first model uses a PI controller with fuzzy logic to use the third control law VE. The second evaluation was applied by means of the speed based on artificial neural network (ANN). For the third control law in VE an adaptive mechanism was used, it is based on comparative models - regulators based on adaptive fuzzy neural network (AFNM) and ANN in the drive with synchronous machine with permanent magnets (SMPM). Performance indicators were analyzed in different states: constant, variable, transition, etc. .. From finale results the better system was chosen.*

**Keywords:** forklift, synchronous machine with permanent magnets, fuzzy neural network, fuzzy logic, adaptive control drive.

1. Zakladnyi O.O., Zakladnyi O.M., Bronytskyi V.O., Mogylat D.Yu. Energoefectyvnyy elektropyvod Electronavantaguvacha // *Energetyka: ekonomika, tehnologiya, ekologiya*. 2013. №1. S. 36-41.
2. O.O. Zakladnyi, O.M. Zakladnyi, D.Yu. Mogylat, V.G. Smolyar Keruvanya electronavantaguvacha za dopomogoyu fazi-neyronnoyi meregi // *Energetyka: ekonomika, tehnologiya, ekologiya*. 2014. №3. S. 64-68.
3. Hong-Gyun Lee, Jung-Chul Lee, Su-Myeong Nam, Jung-Sik Choi, Jae-Sub Ko, Dong-Hwa Chung, "The Speed Control and Estimation of IPMSM using Adaptive FNN and ANN", ICCAS2005, June 2-5 2012, KINTEX, Gyeonggi-Do, Korea.

УДК 621.311.001.57(063)

**А.Н. Закладной**, канд. техн. наук, доцент; **Д.Ю. Могилат**  
**О.А. Закладной**, канд. техн. наук, доцент; **В.Г. Смоляр**

#### **Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОГРУЗЧИКА С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНОЙ ФАЗЗИ-НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

*Проведен анализ и сравнение двух виртуальных моделей электропривода движения с вентильным двигателем (ВД) с синхронной машиной на постоянных магнитах для электропогрузчика. В первой модели используется ПИ-регулятор с нечеткой логикой для использования энергоэффективного закона управления ВД. Во второй была применена оценка скорости с помощью регулятора на базе искусственной нейронной сети (ИНС). Для использования энергоэффективного закона управления ВД в ней применена адаптивный механизм, основанный на сравнительной модели - регуляторах на базе адаптивной фаззи-нейронной сети (АФНС) и ИНС в приводе с синхронной машиной на постоянных магнитах (СМПМ). Проанализированы показатели быстродействия в различных состояниях систем: постоянном, переменном, переходном и др. По результатам была выбрана вторая модель, которая наиболее удовлетворяет условиям управления электроприводом движения электропогрузчика.*

**Ключевые слова:** электропогрузчик, вентильный двигатель, синхронная машина с постоянными магнитами, фаззи-нейронная сеть, фаззи логика, адаптивное управление.

Надійшла 29.12.2014

Received 29.12.2014

**ОСНОВНІ ЗАСАДИ РЕДАКЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ЖУРНАЛУ  
«ЕНЕРГЕТИКА: ЕКОНОМІКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЯ»**

Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія» - фахове видання, що надає вченим, дослідникам і фахівцям-практикам можливість викладати результати своїх наукових досліджень в галузі енергетики і енергозбереження, економіки та екології.

У виданнях журналу представлені питання, які стосуються систем енергетики, електро-теплопостачання і електротеплоспоживання, а також джерел як традиційної, так і не традиційної генерації, зокрема – відновлюваних джерел, питанням перетворення, передавання, розподілення енергії та енергоспоживання. Також присутні важливі для всього людства питання щодо пом'якшення впливу змін клімату.

Значна увага приділяється економічному обґрунтуванню інвестиційної привабливості енергетичних проектів та заходів, зокрема, схем їх фінансування та ефективності впровадження, формування й оптимізації різних варіантів, систем прийняття рішень, з урахуванням можливих ризиків.

Основними засадами редакційної політики є: актуальність, достовірність, обґрунтованість, наукова новизна, інноваційність у статтях видання. Тематика рукописів, які подаються до друку, має відповідати науковим напрямам журналу. Статті не повинні мати характер відкритої чи прихованої реклами (антиреклами). Редакція залишає за собою право редагувати надіслані рукописи з метою забезпечення відповідності текстів граматичним, орфографічним, стилістичним нормам та правилам.

Автор(и), надаючи рукопис для публікації, автоматично підтверджує, що поданий рукопис надається для опублікування вперше, є результатом власних досліджень, а будь-яке використання у цих рукописах досліджень інших осіб чи інформації з інших джерел оформлено відповідно до чинних вимог законодавства України та міжнародної практики. Рукописи приймаються до публікації тільки у разі якщо, автор(и) згоден(ні) на відкритий доступ до його статті через мережу Інтернет: через web-сайт журналу <http://energy.iee.kpi.ua>, інформаційний ресурс Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського «Наукова періодика України», Електронний архів НТУУ «КПІ», наукометричні бази даних та портали закордонних наукових бібліотек.

Усі рукописи, що подаються до публікації, проходять дворівневу систему рецензування: внутрішню та зовнішню.

Порядок розгляду рукописів:

1) Рукопис приймається редколегією до розгляду тільки за умови відповідності його оформлення чинним вимогам МОН України, державним та міжнародним стандартам, та вимогам до оформлення статей у журналі. Рукопис може бути відхилений чи відправлений на доопрацювання у разі невідповідності вищезазначеним вимогам.

2) Рукопис попередньо розглядає редакційна колегія.

3) Редколегія направляє рукопис на обов'язкове незалежне рецензування.

4) Тільки після остаточного узгодження всіх питань стосовно змісту рукопису, він вважається прийнятим до опублікування.

5) Редколегією вирішується питання щодо включення рукопису у відповідний номер журналу, про що повідомляється авторові.

Редакційна колегія журналу «Енергетика: економіка, технології, екологія» прагне до того, щоб видання становило інтерес не лише для науковців України, але також і зарубіжних країн. Тому редакційна колегія заохочує публікації, наданні авторами з інших країн, а також колективами авторів, що складаються як з українських, так і з закордонних вчених.

Для інтеграції результатів наукових досліджень, поданих у журналі, до світової науки редакційна колегія здійснює процес реєстрації видання у закордонних наукометричних базах даних.

Редакційна колегія заохочує до публікації молодих вчених, які здійснюють інноваційну науково-дослідну роботу у галузі енергетики.

Редакційна колегія підтримує політику відкритого доступу, тому на web-сайті видання представлено постатейно архів журналу, починаючи з 2004 року, у відкритому форматі Portable Document Format (pdf). Кожний новий випуск журналу паралельно з друкованою версією з'являється на сайті видання без ембарго (затримки).

У рамках редакційної політики науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія» послідовно дотримується видавничих стандартів публікації COPE Code of Conduct, затверджених COP (Committee on Publication Ethics).

Право інтелектуальної власності на результати наукових досліджень, поданих у вигляді рукопису до редколегії, належить авторам статті. У випадку виявлення плагіату відповідальність несуть автори наданих матеріалів. Висловлені у статтях думки та пропозиції не обов'язково збігаються з точкою зору редакційної колегії. Відповідальність за достовірність інформації у статтях, точність назв, статистичних даних, прізвищ та цитувань несуть автори. Всі питання та зауваження стосовно діяльності журналу необхідно надсилати на адресу електронної або звичайної пошти редколегії.

### ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікації в журналі "Енергетика: економіка, технології, екологія" приймаються статті, надруковані на стандартних аркушах паперу А4 (в 2-х примірниках), що супроводжуються електронною версією (Microsoft Word 2003 або 2007) на CD/DVD дисках, USB-флеш накопичувачах або надіслані електронною поштою.

Мова статті обирається автором. Параметри сторінки: поля верхні, нижні, ліві та праві – 2,5 см. Вирівнювання основного тексту – за шириною. Перші рядки всіх абзаців – з відступом 0,6 см, шрифт Times New Roman, кегль 10, інтервал 1. Назва статті друкується великими напівжирними літерами – кегль 14. Заголовки елементів основного тексту виділяються напівжирним шрифтом.

Структура статті: 1) номер УДК (у верхньому лівому кутку сторінки, напівжирним шрифтом); 2) ініціали, прізвища авторів (великими літерами) та відомості про авторів (науковий ступінь, вчене звання, посада, повна назва організації, адреса організації) - вирівнювання за правим краєм; 3) назва статті (у центрі); 4) реферат обсягом від 1000 до 1100 знаків повинен відображати короткий зміст статті, не повторювати назву, не містити загальних фраз та бути структурованим (мета дослідження, методика реалізації, результати дослідження, висновки, ключові слова (6–8 слів), словосполучення «Ключові слова» – напівжирним; 5) основний текст статті; 6) перелік літератури; 7) п.2, 3, 4, 6 – англійською мовою; 8) номер УДК, п.2,3,4 російською/українською, якщо основний текст представлено українською/російською мовою.

Відповідно до постанови Президії ВАК України № 7-05/1 від 15.01.2003р. до друку приймаються наукові статті, що мають такі елементи: **Вступ** (постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується зазначена стаття); **Мета та завдання** (формулювання цілей статті, постановка завдання); **Матеріал і результати досліджень** (виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів з можливим поділом його на частини з відповідними назвами); **Висновки** (зазначити основні висновки з даного дослідження та перспективи його подальшого розвитку в цьому напрямку).

Для надання відомостей про авторів англійською мовою слід використовувати загальноприйняту лексику перекладу наукових ступенів, вчених звань, посад та місця роботи. **Англomовна анотація за обсягом рекомендується більшою за українську (російську)**, оскільки для закордонних вчених анотація є, як правило, єдиним джерелом інформації про зміст статті.

*Обсяг статті*, включаючи текст, таблиці, рисунки, не має перевищувати 6–8 сторінок. **Сторінки повністю заповнені текстом**. Схеми, рисунки й таблиці повинні бути пронумеровані та розміщені в тексті після посилань на них. Матеріал має бути викладений стисло, без повторювань даних таблиць і рисунків у тексті. Неприпустимо використовувати такі елементи форматування як «розрив розділу з нової сторінки» та колонтитули. Стаття має бути ретельно перевірена та підписана всіма авторами.

*Рисунки* (діаграми, фото тощо) подаються у чорно-білому зображенні разом із текстом, у місцях посилань на них. **Вимога до графічних матеріалів: будь-яка ілюстрація повинна бути єдиним нерозривним графічним об'єктом**. Рисунок має бути розташований у центрі, без обтікання текстом. Підписи до рисунків повинні містити нумерацію в порядку розміщення в тексті та пояснювальний підпис. Неприпустимо включати підписи до самого рисунка.

*Формули* в статтях мають бути набрані за допомогою редактора формул (внутрішній редактор формул у Microsoft Word). Кириличні та грецькі символи мають бути набрані прямим шрифтом, латинські літери - похилим. Виняток становлять символи операторів і стандартних функцій, які набираються прямим шрифтом. Нумерація формул, на які є посилання в тексті, – справа в дужках. Цілі частини від десяткових відокремлюються комою.

*Список літератури* наводиться в порядку посилань у тексті відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Посилання на літературні джерела в тексті наводяться у квадратних дужках. Список використаних джерел подається двічі: мовою оригіналу й англійською. У англomовному списку літератури (References) прізвища та назви журналу, видавництва подаються згідно з правилами транслітерації, відповідно до Постанови КМУ від 27 січня 2010 р. №55 (для української мови) або вимогам системи BGN/HCGN (для російської мови). **Назви статті, книги перекладаються англійською мовою**.

*В окремому файлі надаються відомості про авторів*: прізвище, ім'я та по-батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи (повна назва організації без скорочень, адреса, місто, країна), контактні телефони та електронна пошта

Відповідальність за зміст статті несуть автори. Остаточне рішення щодо друку статей ухвалює редколегія. Редакція залишає за собою право проводити скорочення та редакційну правку статей.

**Статті, які не відповідають вимогам редакції журналу "Енергетика: економіка, технології, екологія" не розглядаються.**

Контакти: тел. (38-044) 406-85-14, <http://energy.iee.kpi.ua>, e-mail: [krav@iee.kpi.ua](mailto:krav@iee.kpi.ua)

---