

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА**

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

**14-15 листопада 2019 року**

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки  
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

**МАТЕРІАЛИ**

Миколаїв 2019

УДК 681.5:621.3  
ББК 81а73  
П 75

**Автоматика та електротехніка:** Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених [Електронний ресурс]. – Миколаїв: НУК, 2019. – 129 с.

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених "Автоматика та електротехніка".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також електротехнологічного та інформаційно-вимірювального обладнання.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

#### **ОРГАНІЗАТОРИ:**

1. МОН України;
2. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Комп'ютерна верстка:  
Відповідальний за випуск:

М. В. Шилюк  
О. О. Черно

© Національний університет кораблебудування, 2019

Оскільки моделювання проходить лише для руху судна по одній осі, припускаємо що на нього не діють бокова течія та вітер відсутній, тоді рівняння динаміки його руху прийме вигляд[4]:

$$m \frac{dV_c}{dt} = F_r - 0,5k_{FВ} \rho_B S_n V_c \cdot |V_c| - 0,5k_{FП} \rho_n S_n (V_c + V_n) \cdot (V_c + V_n),$$

де  $m$  – маса судна з приєднаними масами води;  $V_n$  – швидкість вітру;  $S_n, S_n$  – площа надводної та підводної частини судна;  $\rho_n$  – питома щільність повітря;  $k_{FВ}, k_{FП}$  – коефіцієнти опору води та повітря.

**Висновок.** Розроблена математична модель генератор – гребний електродвигун, дозволяє знімати характеристики перехідних процесів при запуску та регулюванні швидкості руху судна та може бути використана для удосконалення системи запуску гребного електроприводу.

#### Список використаної літератури.

1. Фурман И. А. Моделирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения с учетом нелинейностей / И. А. Фурман, И. Г. Абраменко, С. Я. Бовчалоук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2017. - Вип. 187. - С. 61-63. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg\\_2017\\_187\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2017_187_24)
2. Теряев В.И Математическое моделирование гребного электропривода/ В. И. Теряев, Докухаки Мортеза// Режим доступу: <https://epa.kpi.ua/wp-content/uploads/2016/02/1708-MATEMATICHESKOE-MODELIROVANIE-GREBNOGO-ELEKTROPRIVODA.pdf>
3. Ставинський, А. А. Удосконалення математичної моделі самохідного підводного апарата для дослідження просторового руху / А. А. Ставинський, С. В. Блінцов // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – 2004. – № 3 (396). – С. 161-166.
4. Лукомский, Ю. А. Навигация и управление движением судов. Учебник / Ю. А. Лукомский, В. Г. Пешехонов, Д. А. Скороходов. – Элмор, 2002. – 360 с.

УДК 621.316.71

Оверченко П. В., Новаківський В. В., Ольшевський С. І., Савченко О. В.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

## ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЯ ARDUINO ПРИ ПОБУДОВІ СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗКОЛЕКТОРНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Безколекторні двигуни постійного струму (БДПС) є різновидом синхронних електродвигунів з постійними магнітами на рухомому роторі та багатофазними обмотками на статорі, струм у яких регулюється за заданим законом керування. Повноцінне дослідження роботи електропривода на базі таких електродвигунів можливо (і бажано) виконувати двома способами – математичне імітаційне моделювання та натурне моделювання на електромеханічному стенді.

Математичне імітаційне моделювання було розглянуте в [1,2]. Основні принципи побудови системи керування БДПС викладені в [3]. Відповідно структура апаратної частини стенда може мати вигляд, зображений на рисунку 1.

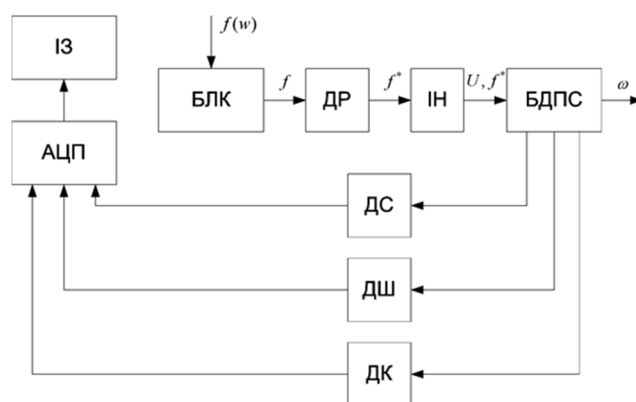


Рис. 1.

На рис. 1 використані наступні позначення: БЛК – блок логіки керування; ДР – драйвер; ІН – інвертор; БДПС – безколекторний двигун постійного струму; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач; ІЗ – інтерфейс зв'язку; ДС – датчик струму; ДШ – датчик швидкості; ДК – датчик куту;  $f(\omega)$  – функція програмного керування;  $f$  – сигнал керування інвертору;  $f^*$  – сигнал керування інвертору підсилений;  $U$  – напруга живлення двигуна;  $\omega$  – частота обертання ротора БДПС. Такі елементи структурної схеми як БЛК, АЦП, ІЗ можуть бути як дискретними так і інтегрованими у один керуючий пристрій. Один з варіантів схемної реалізації наведений на рисунку 2 [4].

Основними елементами принципової схеми є: вхідний діодний міст – 1, лінійні стабілізатори напруги – 2, мікроконтролер Atmega16 – 3, кнопки керування стендом – 4, транзисторні ключі – 5, буферні мікросхеми – 6, роз'єм підключення двигуна – 7, DC-DC перетворювач – 8, мікросхема інтерфейсу RS-485 – 9, роз'єм підключення RS-485 – 10, оптрони з транзисторним виходом – 11, роз'єм програмування контролера JTAG – 12, символічний дисплей HD 44780 – 13, роз'єм програмування контролера ISP AVR.

Пропонуємо використовувати типові модулі Arduino для покращення наочності побудови системи керування та спрощення модифікації у подальшому (в разі виникнення потреби). У якості центрального модуля можливо використати модуль Arduino Mini – рисунок 3.. Існують як мінімум три версії модулів такого типу. Основна відмінність – тип мікросхеми використаного драйвера інтерфейсу USB. Найчастіше використовуються FT232RL, CH340, CH341. Відповідно відрізняється базове програмне забезпечення. За допомогою модуля Arduino Mini можливо реалізувати блоки БЛК, ДР, АЦП та ІЗ апаратної частини стенда (рис. 1). Реалізація передбачається, звісно, апаратно-програмна. Можлива реалізація підключення символічного дисплею (позиція 13 на рисунку 2) за допомогою програмно реалізованого інтерфейсу I2C.

**Висновки.** Запропоновано схемотехнічне рішення побудови програмно керованого стенда для дослідження БДПС. Використання типових модулів Arduino дозволяє структурувати схему та забезпечити модульну модифікацію у подальшому.

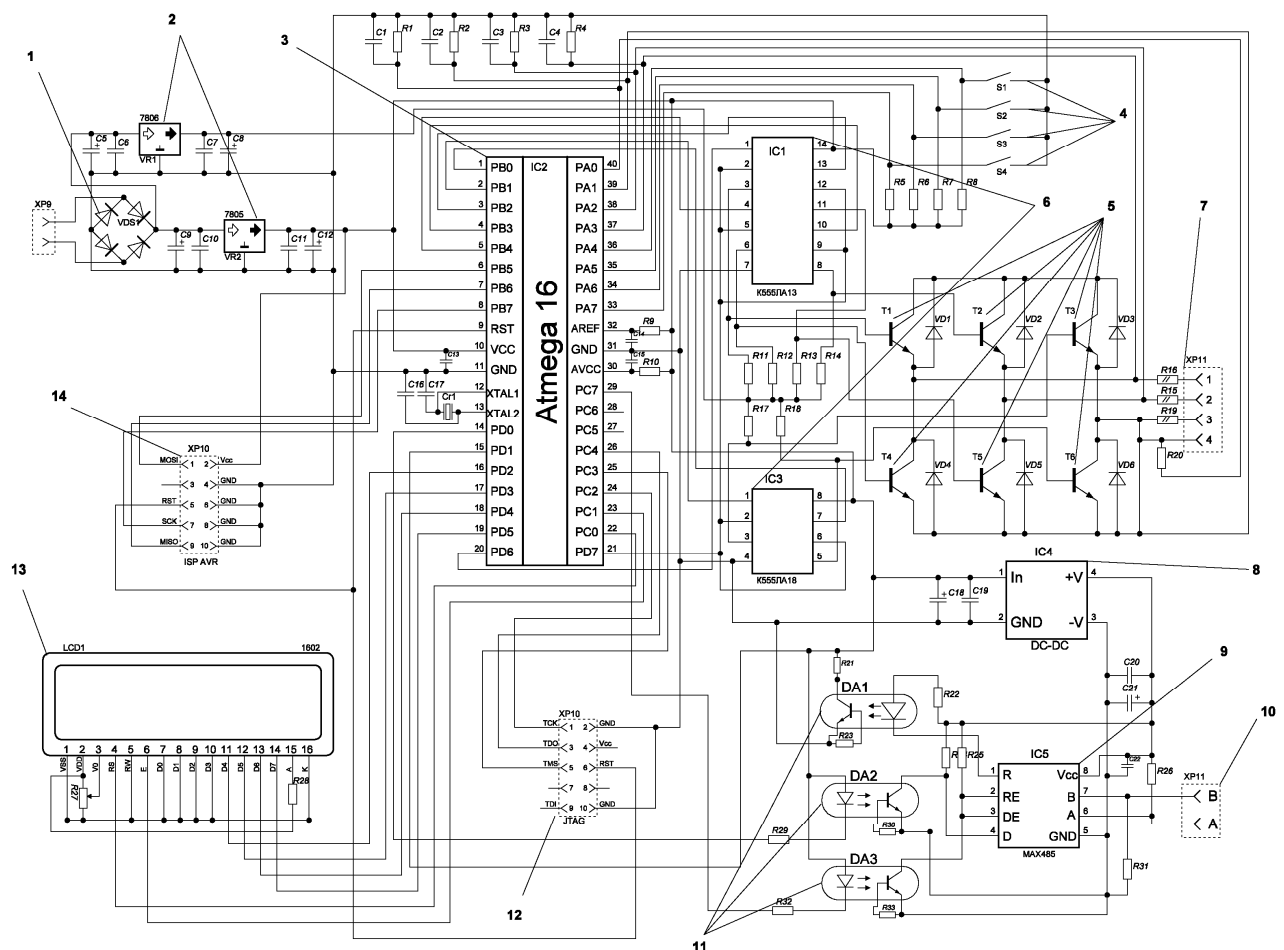


Рис. 2.

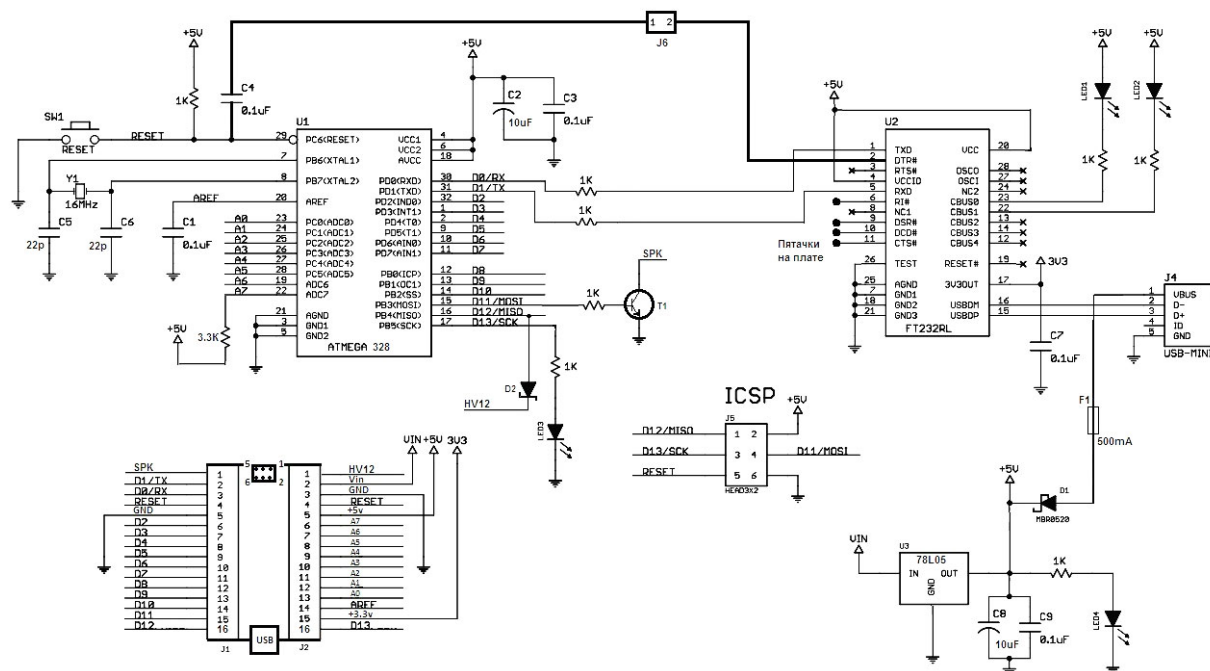


Рис. 3.

### Список використаних джерел

1. Stefan Baldursson. BLDC Motor Modelling and Control – A Matlab/Simulink Implementation [Text] / Stefan Baldursson – Goteborg, 2005. – 86p.
2. Ольшевський С. І. Стенд для дослідження електропривода на базі безколекторного трифазного двигуна постійного струму [Текст] / С. І. Ольшевський, І. С. Білюк, О.В. Савченко, В. Т. Шахнов // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми автоматизації та електротехніки – 2018» – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 30-32.
3. Ward Brown. Brushless DC Motor Control Made Easy [Text] / Ward Brown – Microchip Technology Inc., 2002. – 58p.
4. Заявка на Патент № 4201901240 від 07.02.2019. Лабораторний стенд по дослідженню роботи безконтактного двигуна постійного струму / О. В. Савченко, С. І. Ольшевський, І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, Л. А. Фоменко, О. В. Майборода, С. О. Гаврилов, Л. І. Бугрім (Україна).

### УДК 681.5

Дроздов О. І., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

## КОМПЛЕКТНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД В РЕЗОНАНСНИХ УСТАНОВКАХ

Модульність конструкції комплектних електроприводів, можливість легкого монтажу та налагодження, сполучення з програмними модулями привертає увагу в сучасному світі науки та техніки. З іншого боку використання резонансних режимів в промислових машинах робить їх ефективними та привабливими з точки зору економії електроенергії. Проте всі вузли та механізми резонансних машин та їх електроприводів вимагають особливо міцного виконання. Отже, всі двигуни, які застосовуються в вібраційних машинах, що працюють за резонансними режимами, мають спеціальне виконання та суттєво відрізняються від стандартних, типових двигунів комплектних електроприводів. Тому розв'язок задачі сполучки вібраційних двигунів з елементами комплектних електроприводів, дослідження фізичних явищ, що відбуваються в таких установках, цілком актуальна проблема.

Тому метою дослідження є відпрацювання загальних положень щодо застосування систем керування комплектних електроприводів промислових установок з асинхронними двигунами спеціального виконання, що призначені для створення вібрацій.

## ЗМІСТ

## СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ .....3

Осуховський В. Ю. Передача інформаційного сигналу по силовим лініям.....3

Смирнов О. Ю., Кошулько В. В. Використання коду хеммінга для виправлення  
одиночної помилки .....5Кисельова А. П. Структура системи цифрової обробки потоку геолокаційних  
даних для мобільних пристроїв .....7Вакуленко В. Р. Використання логічних схем алгоритмів при синтезі цифрового  
автомату декодування сигналів з rfid-міток.....9Єрмолов М. В. комп'ютеризована система управління електроприводом подач  
фрезерного верстату .....12Омельянченко Б. А. Комп'ютеризована система управління електроприводом  
свердловинного насоса .....16Шилук М. В. Система автоматичного управління вібраційними пристроями з  
електромагнітним приводом .....17Гачегов С. О. Цифровий безконтактний лічильник довжини витравленого  
ланцюга для суднового якірного пристрою .....18Ізуїта В. О. Розробка альтернативної «розумної» системи керування  
освітлювальними пристроями автомобіля.....21

## СЕКЦІЯ 2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.....27

Поліщук О. В., Дробко В. А. Удосконалення насосних станцій для тепло і  
водопостачання .....27

Іванченко В. В. Автоматизація електропривода фрезерного верстата .....29

Васильєв І. І. Модернізація електропривода головного руху повздовжньо-  
стругального верстата.....31

Кравчук В. П. Система керування привода подачі токарного верстата .....32

Фарзулаєв А. А. Електропривод стрічкового конвеєра з перетворювачем частоти  
.....34

Маннов В. Г. Розробка математичної моделі роботи гребного електроприводу36

Оверченко П. В., Новаківський В. В., Ольшевський С. І., Савченко О. В  
Використання модуля Arduino при побудові стенда для дослідження  
безколекторного електродвигуна постійного струму.....38Дроздов О. І., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А. Комплектний  
електропривод в резонансних установках.....40Ізбаш Л. М. Розробка автоматизованого електропривода установки сепарації  
молока .....42

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Лопушнян А. М. Розробка системи керування електропривода зерносушильного агрегату .....                                                                                        | 43 |
| Нагірний В. В. Розробка системи керування електропривода дробарки подрібнення кормів .....                                                                                     | 44 |
| Поворознюк О. С., Кириченко О. С. Порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різними габаритними розмірами контактних пластин .....                                      | 45 |
| Савостьянов В. В. Розробка системи керування електропривода паливороздавальної колонки автозаправочної станції .....                                                           | 47 |
| Шахнов В. Т. Розробка автоматизованого електропривода установки сушіння зерна .....                                                                                            | 48 |
| Швецов О. Ю., Кириченко О. С. Розробка системи керування електропривода електрокалориферної установки та дослідження теплових процесів в оребрених трубчастих нагрівачах ..... | 49 |
| Мельниченко А. С. Інтелектуальна система керування двигуном електроприводу .....                                                                                               | 51 |
| Зайцев О. О. Підвищення ефективності автоматизованого електропривода маслonaсосної станції реакторного відділення аес .....                                                    | 54 |
| Карпенко М. В. Підвищення ефективності електропривода головного руху круглошліфувального верстата .....                                                                        | 55 |
| Сушко В. М. Підвищення ефективності системи керування електропривода шпинделя спеціалізованого фрезерного верстата .....                                                       | 56 |
| Марченко О. С. Підвищення ефективності електропривода головного руху різьбофрезерного напівавтомата .....                                                                      | 57 |
| Семенюк Ю. О. Підвищення ефективності автоматизованого електропривода насоса системи зрошення .....                                                                            | 58 |
| Кисіль А. В., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А Бездатчиковий комплектний електропривод .....                                                                         | 59 |
| Партола Є. О., Савченко О. В., Гараєв К. Р., Фоменко Л. А. Нелінійні адаптивні регулятори в комплектних електроприводах .....                                                  | 62 |
| Хуторянський В. О., Куропятник С. А. Багатодвигунний електропривод дифузійного апарата .....                                                                                   | 63 |
| Позивайло А. В. Дослідження ефективності регульованого електропривода насосної установки водопостачання .....                                                                  | 64 |
| Твердовський О. С. Позиційний електропривод зварювального маніпулятора .....                                                                                                   | 65 |
| Косячний Д. Е. Керування кроковими п'єзоелектричними двигунами .....                                                                                                           | 66 |
| Бондаренко О. Ю., Матюшин М. С., Сероветник В. І. Модернізація системи керування електропривода насосної установки .....                                                       | 67 |

|                                                                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Кудряхін В. В. Підвищення ефективності резонансного електромагнітного привода вібраційного конвеєра .....                                                                                           | 69  |
| <b>СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ .....</b>                                                                                                                    |     |
| <b>70</b>                                                                                                                                                                                           |     |
| Павлович В. С., Колесниченко Ю. В., Попов Д. В. Определение показателей и структуры целевых функций сравнительного анализа пространственных электромагнитных систем трехфазных трансформаторов..... | 70  |
| Охотський В. О. Магнітогідродинамічний рушій.....                                                                                                                                                   | 71  |
| Солодчук В. В. Електричний реактор з підмагнічуванням .....                                                                                                                                         | 73  |
| Ковальов Д. О, Руденко О. С., Слабодчиков А. А., Супрун В. В. Аналіз способів енергоресурсозбереження в силових трансформаторах .....                                                               | 75  |
| Холодков В. О. Удосконалення відцентрового насоса на основі вбудованого електродвигуна .....                                                                                                        | 79  |
| Молдован Д. О. Автоматизація проектної процедури обрання необхідного кабеля .....                                                                                                                   | 83  |
| Дойч С. В., Цюрисов М. Л. Математична модель збудника турбогенератора..                                                                                                                             | 84  |
| Самарський А. О., Спінчевський А. О., Сmachенко В. П., Шкурко П. І. Удосконалення методу постійних навантажень для розрахунку необхідної потужності суднової електростанції.....                    | 86  |
| Ткаченко В. Я., Агейчев М. С., Демчук А. І., Кучеренко М. О. Асинхронізований вентильний двигун.....                                                                                                | 88  |
| Шульгін І. Г., Кравченко Д. І., Міщиряков І. В., Першин С. С., Біткулов А. О. Підвищення ефективності технічного обслуговування, експлуатації і ремонту складних технічних систем.....              | 89  |
| Дзисюк Я. В. Гібридні суднові енергоустановки з силовими напівпровідниковими перетворювачами .....                                                                                                  | 90  |
| <b>СЕКЦІЯ 4. ПІДВОДНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ.....</b>                                                                                                                                                 |     |
| <b>96</b>                                                                                                                                                                                           |     |
| Пономаренко В. В. Система стабілізації судна на курсі на базі нечіткої логіки                                                                                                                       | 96  |
| Сімченко Ю. О. Інтегрована система керування технічними засобами судна.                                                                                                                             | 99  |
| <b>СЕКЦІЯ 5. ІМПУЛЬСНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ.....</b>                                                                                                                                                |     |
| <b>103</b>                                                                                                                                                                                          |     |
| Омелян А. І. Дослідження впливу високовольтних електричних розрядів на властивості суміші порошків FE-TI-B4C .....                                                                                  | 103 |
| Харченко В. В., Мавродиев А. В. Анализ электровзрыва проводников из тугоплавких металлов в углеродсодержащей газообразной среде.....                                                                | 104 |
| Богущий В. В. Електровибуховий синтез вуглецевих наноструктур .....                                                                                                                                 | 106 |
| Турчин С. О. Електровибуховий метод синтезу наноалмазів.....                                                                                                                                        | 107 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Рачков О. М., Кравцов Д.С., Пащенко В. С. Електроіскрове очищення<br>гальваностоків від іонів важких металів ..... | 109 |
| <b>СЕКЦІЯ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА</b>                                               |     |
| Бесєдовський О. С. Програмний захист веб-сайтів від несанкціонованої<br>модифікації.....                           | 112 |

*Наукове видання*

**АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА – 2019**

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

**14-15 листопада 2019 року**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

*(українською та російською мовами)*

Відповідальний за випуск:  
Комп'ютерна верстка:

О. О. Черно  
М. В. Шилюк

---

Видавець Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
проспект Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025  
E-mail: [publishing@nuos.edu.ua](mailto:publishing@nuos.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.