МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ СПАЕ-2025

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

29-30 квітня 2025 року

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

МАТЕРІАЛИ

Миколаїв 2025

УДК 681.5:621.3
С91

Сучасні проблеми автоматики та електротехніки СПАЕ-2025: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції [Електронний ресурс]. − Миколаїв: НУК, 2025. – 126 с.

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції "Сучасні проблеми автоматики та електротехніки СПАЕ-2025".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також 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: О.О. Пальчиков
Відповідальний за випуск: О.О. Пальчиков

© Національний університет кораблебудування, 2025

Результатом проектування є автоматизований електропривод, система керування якого заснована на програмованих мікроконтролерах. На сьогодні ефективність використання програмованих систем є найбільшою, окупність коштів, що вкладені в такі системи, є найбільш швидкою.

Дана модернізація не погіршила характеристик системи керування та повністю відповідає цілям роботи

Список використаних джерел

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 632с.
2. Білюк, І. С., Савченко, О. В., Гаврилов, С. О., Іваницький, А. Б., & Теремов, С. В. (2021, November). АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ВІЗКА МОСТОВОГО КРАНУ. In *The XI International Science Conference «Modern aspects of science and practice», November 30–December 03, 2021, Melbourne, Australia. 590 p. ISBN-978-1-68564-520-5* (p. 521).
3. SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control приводи від 2.2 до2300 кВт DA 65.10 · 2001, 302p.
4. German-Galkin S.G. Kompyuternoe modelirovanie poluprovodnikovyh sistem v Matlab 6.0. - SPb: KORONA print, 2001. - 320 p.
5. Terekhov V.M. Sistemy upravleniya elektroprivodov. - M.: Akademiya, 2004. - 296 p.
6. Білюк, І., Савченко, О., Руденко, К., Малиновський, С., & Філоненко, Р. (2023). Спосіб модернізації електропривода насосного агрегату водопостачання. *Scientific Collection «InterConf»*, (182), 201-207.

УДК 681.5

Білюк І.С., к.т.н., доц., Савченко О.В., викладач кафедри автоматики, Льовкін В.С., аспірант кафедри автоматики

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

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЕРЕВООБРОБНОГО ВЕРСТАТА

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є модернізація системи керування приводу рейсмусового верстату. В роботі проведено синтез системи автоматичного керування, а також розрахунок параметрів електропривода. Розроблена математична модель системи керування швидкістю електроприводу. Досліджено вплив параметрів регулятора на показники якості перехідних процесів.

В роботі потрібно розглянуто наступні завдання:

- призначення та область застосуваннння рейсмусових верстатів
- вибрати та розглянуто перетворювач частоти
- скласти функціональну схему системи керування електропривода подачі верстата. Обґрунтувати вибір елементів системи керування електропривода;
- побудувати структурну схему системи керування електропривода верстата та виконати розрахунок параметрів її елементів;
- провести моделювання системи керування електропривода в *MATLAB* та дослідити вплив параметрів регуляторів на якість керування.

Об’єкт дослідження. Перехідні процеси в електроприводі подач рейсмусового верстата на основі асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором.

Предмет дослідження. Параметри регуляторів системи керування електропривода верстата, які впливають на якість керування.

Методи дослідження. Заміна застарілої системи керування на основі релейно-контакторної схеми на сучасний частотний перетворювач[2]. Теоретичні дослідження виконані із залученням сучасної теорії електропривода, методів теорії автоматичного керування та комп’ютерного моделювання у *MATLAB*.

Рейсмусовий однобічний верстат СР-6-9 призначений для поздовжнього, одностороннього стругання в розмір по товщині від 5 до 200 мм поверхонь плоских заготовок шириною до 630 мм, з деревини хвойних і листяних порід з вологістю не більше 15%. Верстат СР-6-9[1] відноситься до універсального обладнання і застосовується в серійному і дрібносерійному виробництві столярних виробів в будівельній галузі, меблевої, суднобудуванні, вагонобудуванні.

Для модернізації привода подачі рейсмусового верстата було обрано чпстотний перетворювач *Simphoenix E500-4T0015B* [3], який має наступні характеристики:

- Номінальна вхідна напруга, частота три фази, 380 В, 50/60 Гц;
- Номінальна потужність 1,5кВт;
- Вихідна частота 0,0 – 1000 Гц;
- Режим керування: Скалярний, векторний, *VWF*;

Для модернізації привода подачі рейсмусового верстата було обрано електродвигун *Siemens 1LA7090-4AA10*[4].

Електродвигуни *Siemens серії 1LA* застосовують для промислових приводів. Вони охоплюють широку область застосування приводної техніки з Живленням, як від мережі, так і від частотних перетворювачів і

характеризуються високими показниками питомої потужності, конструктивної міцністю та високою надійністю і великим терміном експлуатації. Основні параметри зведено у таблицю 1.

Таблиця 1 – Основні параметри двигуна

Номінальна потужність	1100 Вт
ККД	75
Коефіцієнт потужності	0,81
Кількість пар полюсів	2
Синхронна частота обертання	1500 об/хв
Номінальна частота обертання	1460 об/хв
Момент інерції двигуна	0,0032 кг·м^2
ККД при навантаженні 75%	76
Коефіцієнт потужності при навантаженні 75%	0,73

Після розрахунку всіх величин, деякі результати наведено у таблиці 2, які входять в структурну схему[5], необхідно підставити їх в модель векторної системи керування. Провести моделювання та отримати графік перехідних процесів.

Таблиця 2 – Деякі данні розрахунку.

$T_{1э}$	$T_{и1}$	$T_{и2}$	$T_п$	T_2	$K_{ОТ2}$	$T_{ип}$	$K_{ОС}$	$K_п$	$W_{РШ}$	$R_{1э}$	$K_г$	Lm	J_Σ	$K_{оп}$	$K_{ОТ1}$
0,0036	0,0343	0,00663	0,001	0,187	0,877	0,00401	0,0637	32,6	839,0	8,63	0,9589	0,429723	0,0352	10,6	4,54

Виконаємо моделювання векторної системи керування:

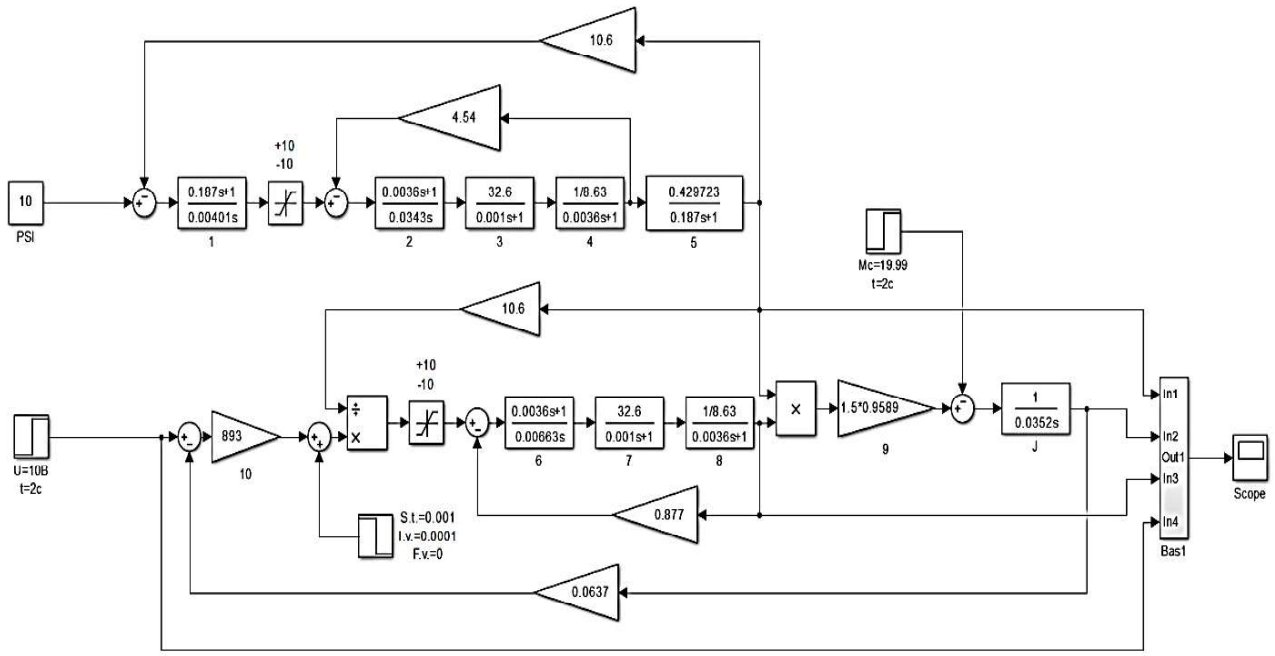


Рисунок 1 – Моделювання векторної системи керування електроприводом

В результаті моделювання системи ми отримали графіки перехідних процесів, які показано на рисунку 2.

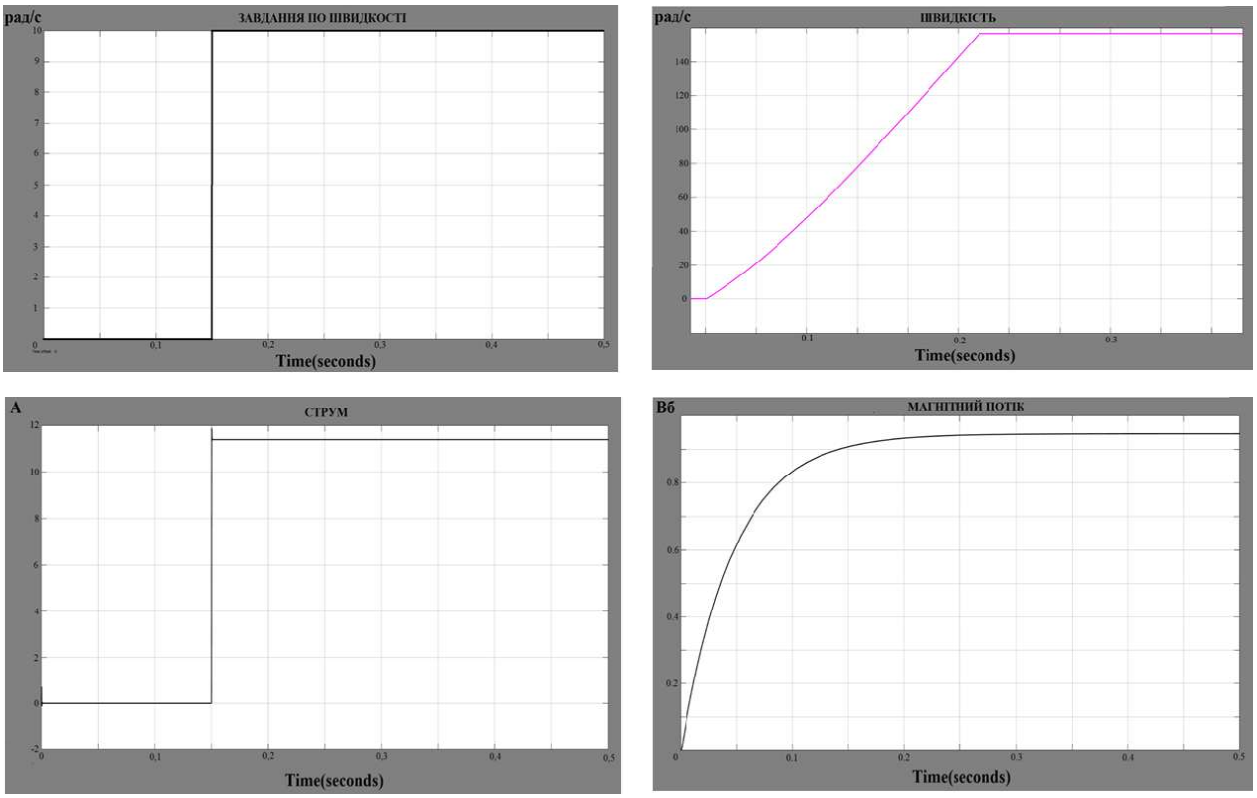


Рисунок 2 – Перехідні характеристики

Аналізуючи результати отримані при моделюванні робимо висновки:

- векторна система керування дозволяє майже повністю виключити небезпечні кидки струму і моменту;
- перед пуском необхідна пауза для збудження машини;
- дозволяється керувати моментом двигуна.

Тож, можна сказати, що векторна система керування електроприводом подачі верстату спроектована вірно та задовольняє вимогам.

В оптимізованій моделі векторної системи керування з графіків перехідних процесів видно, що потокозчеплення досягає режиму, що встановився приблизно за 0,15 с ($t_{пп}$ = 0,15). Тому, за рекомендацією, через 0,15 с задаємо скачок керуючого впливу по швидкості ротора, вже з 0,15 с починається розгін двигуна та усталений режим наступає приблизно на 0,22 с.

Висновок. В роботі було замінено застарілу релейно-контакторну схему на сучасний частотний перетворювач із векторним керуванням.. В ході роботи було розв'язано наступні завдання[6]:

- розглянуто компонування, технічні характеристики та електрообладнання верстата;
- складено функціональну схему системи керування електропривода. Обґрунтовано вибір елементів системи керування електропривода;
- побудовано структурну схему системи керування електропривода верстата та виконано розрахунок параметрів її елементів;
- проведено моделювання системи керування електропривода подач верстата в *MATLAB* та досліджено вплив параметрів регуляторів на якість керування.

Аналізуючи результати отримані при моделюванні робимо висновки:

- векторна система керування дозволяє майже повністю виключити небезпечні кидки струму і моменту;
- перед пуском необхідна пауза для збудження машини;
- дозволяється керувати моментом двигуна.

Тож, можна сказати, що векторна система керування електроприводом подачі верстату спроектована вірно та задовольняє вимогам.

Список використаних джерел

1. Ресмусний верстат СР6 Рейсмус // - режим доступу: https://pstech-ukraine.com/ua/p819230423-resmusnyj-stanok-sr6.html
2. Білюк, І. С., Гуров, А. П., Савченко, О. В., Майборода, О. В., & Марченко, А. В. (2022). СПОСІБ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРИВОДА ПОДАЧ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА. *Trends in science and practice of today*, *29*, 306.
3. Simphoenix E500-4T0015B 1,5 кВт 380 В. https://ewi-engineering.com.ua// — режим доступу https://ewi-engineering.com.ua/uploads/1/content/Simphoenix-E500.pdf

4. Електродвигуни серії Siemens 1LA (в алюмінієвому корпусі) // - Режим доступу: https://ventilator.kiev.ua/siemens/electric_motors_1LA.html
5. Білюк, І. С., Шарейко, Д. Ю., Фоменко, А. М., & Савченко, О. В. (2018). Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи.
6. Білюк, І. С., Савченко, О. В., Надточій, Т. М., Надточій, І. В., & Рябий, П. І. (2023). Спосіб модернізації настільного токарного верстата.

УДК 004

Дьяконов О.С.[1], к.т.н., доц., Іхсанов Ш.М.[1], к.т.н., доц., Воскобоєнко В.І.[2], технічний директор, власник, Федорук Д.Л.[2], інженер-конструктор.
[1]Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв
[2]ТОВ НВП «Інтер Електро», м. Миколаїв

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ ПРИ ГРАВІРУВАННІ ПОЯСНЮВАЛЬНИХ ТАБЛИЧОК ДЛЯ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Головні розподільні щити (ГРЩ) є важливими компонентами суден та забезпечують розподіл електроенергії по всьому судну. Вони повинні бути розроблені та виготовлені з високою точністю та якістю, щоб забезпечити безпеку та надійність експлуатації електроенергетичної системи судна. Не менш важливим питанням є врахування ергономіки при розробці ГРЩ, зокрема в частині пояснювальних написів, що розташовуються на лицьових панелях секцій ГРЩ. Згідно з [1] рукоятки всіх апаратів та шкали приладів повинні мати таблички з написами, які пояснюють їхнє призначення. На одній із панелей секції управління також повинна кріпитися структурна схема ГРЩ. Чіткі та контрастні написи, виконані методом гравірування, що стійкі до стирання, дозволяють безпечно експлуатувати суднове електротехнічне обладнання упродовж всього терміну його експлуатації.

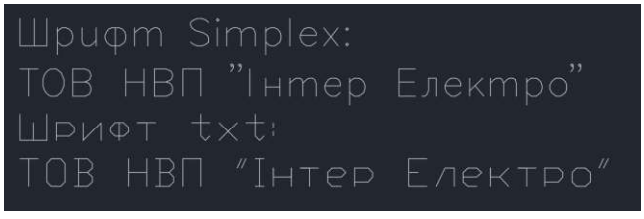
Метою роботи є розробка методики отримання керуючої програми фрезерного верстату для нанесення написів методом гравірування при виготовленні інформаційних табличок для лицьових панелей суднових ГРЩ.

Проблема використання шрифтів «TrueType» та «SHX» при їхній векторизації у САПР AutoCAD. Для розробки дизайну табличок може використовуватися САПР креслення, наприклад, AutoCAD. Всі шрифти, доступні в AutoCAD, можна умовно розділити на дві категорії [2]:

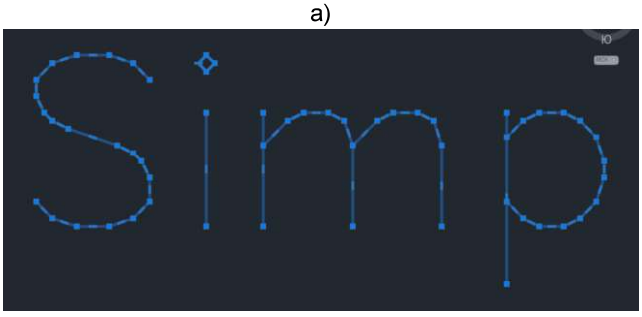
- шрифти типу «True Type» (мають розширення *.ttf) - це шрифти, стандартні для Windows. Вони поділяються на дві групи: частина цих шрифтів є в операційній системі від початку, а частина вбудовується в ОС з іншими програмами (наприклад, разом з Microsoft Office). Шрифти TrueType не змінюють товщину букв та цифр;

- шрифти «shx» (мають розширення *.shx) - це внутрішні векторні шрифти AutoCAD. Для шрифтів із розширенням *.shx можна встановлювати різну товщину обведення контурів букв та цифр.

Для формування керуючої програми для фрезерного верстату текст написів повинен бути набраний векторним, монолінійним, скелетним шрифтом. Прикладом таких шрифтів є bold, cdm, cdm_nc, dim, simplex, txt. Слід зазначити, що не всі шрифти *.shx мають підтримку символів кирилиці. Найбільш підходящим для цілей гравірування написів є шрифт simplex (рис. 1, а). Векторизація даного шрифта у полілінії відбувається за допомогою команди TXTEXP. Результат виконання даної команди представлений на рис. 1, б. З рисунку 1, б бачимо, що криволінійні сегменти при векторизації апроксимуються набором прямолінійних сегментів.



а)



б)

Рисунок 1 – Монолінійні векторні шрифти Simplex та txt (а), перетворення шрифту у полілінії за допомогою команди TXTEXP

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНА СЕКЦІЯ..... 3
Верещаго Є.М., Джангиров М.В., Єременко А.П. Моделювання датчиків струму у джерелах живлення з цифровим керуванням для плазмотронів 3
Демідов І.А., Черно О.О. Алгоритм побудови передаточної функції для вібраційних конвеєрів із врахуванням хвильових ефектів 5
Льовкін В.С., Білюк І.С., Савченко О.В. Електромеханічний перетворювач хвильової електростанції..... 7
Пальчиков О.О. Динаміка синхронного двигуна в складі електромеханічної системи робота циліндричної системи координат 9
СЕКЦІЯ 1. ІМПУЛЬСНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ 14
Малюшевська А.П., Гунько В.І., Перекупка І.А., Танасова О.Д. Адаптація занурювальної частини електророзрядного пристрою для обробки вертикальних нафтових свердловин до умов роботи в горизонтальних свердловинах..... 14
Козирєв С.С. Забезпечення максимальної ефективності екзотермічного перетворення енергії при високовольтному електрохімічному вибуху 16
Гунько В.І., Танасова О.Д., Фещук Т.А. Створення свердловинних високовольтних імпульсних конденсаторів, призначених для експлуатації при високих температурах навколишнього середовища 19
СЕКЦІЯ 2. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ..... 22
Стрункін Г.М. Моделювання роботи електромеханічної системи автономної ВЕУ з АДМ на базі АГФР зі збудженням від інвертора напруги при рекуперуючому навантаженні 22
Волянський Ю.С., Ященко В.С., Волянська Я.Б., Волянський С.М. Оцінка впливу кавітації на ефективність експлуатації пропульсивних комплексів об'єктів морської робототехніки 24
Чекунов В.К., Костюченко В.І. Сучасні аспекти розвитку електрорушійних систем судна 26
Онищенко О.В., Смалієвський В.Ю., Красюк О.М., Волянський С.М. Перспективи використання багаторівневих інверторів у системах автоматизованого електропривода 32
Гетманцева В.С.,Черніков М.О., Волянська Я.Б. Порівняльний аналіз методів моделювання електромеханічних систем у середовищах MATLAB/ SIMULINK та SCILAB/XCOS 36
Козлов О.І., Лебідь О.О., Волянський С.М. Дослідження впливу коливань напруги живлення на динаміку електроприводу..... 39
Новогрецький С.М., Баришник Ю.М. Вплив демпферної обмотки на статичну стійкість паралельної роботи синхронних генераторів..... 43
Новогрецький С.М., Меліхов Д.С. Розрахунок потоку розсіювання в обмотковому вікні керованого підмагнічуванням реактора..... 47
Пальчиков О.О. Моделювання роботи електропривода повороту колони робота з регуляторами швидкості і положення на базі синхронного двигуна 50
СЕКЦІЯ 3. МОРСЬКЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ 54
Грудініна Г.С. Штучний інтелект в суднових автоматизованих системах 54
Прищепов Є.О., Грєшнов А.Ю. Пристрій для прийому та відтворення потокових аудіо даних 56
Клочков О.П, Овсянников В.М. Комунікаційна система «Судно – небезпека для судноплавства» 58
Угольніков Г.Г., Герасін О.С. Кінематична модель робота-маніпулятора у рухливій підвісній системі 60
Стогнієнко Є.В. Порівняння нечітких систем керування джерелом живлення для плазмового різання 62
Костенко Д.В., Трибулькевич С.Л., Трибулькевич В.В. Розподілена система збирання даних та телекерування 65
Трешнюк А.І., Дьяконов О.С. Інтерактивна карта України як інструмент оперативного інформування населення в умовах війни та змін погодних умов 69
Прищепов Є.О., Грєшнов А.Ю. Моделювання рефлектометричного вимірювального перетворювача рівня на базі інтегрального перетворювача «ЧАС-КОД» 71
Верещаго Є.М., Єременко А.П., Джангиров М.В. Синтез ПІД-регуляторів імпульсних джерел живлення плазмотронів засобами системи MATLAB/SIMULINK 73
Горбов В.Ю. Підхід до генерації оптимальної траєкторії для руху квадрокоптера 76
Топалов А.М. Структури та засоби безпеки безпровідних мереж Wi-Fi в задачах автоматизації..... 79
СЕКЦІЯ 4. ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ 82
Рябенький В.М., Худякова І.М. Генератор синусоїдальних коливань з одним часо-задаючим конденсатором 82
Буряк В.С. Моделювання високоякісного джерела напруги на базі мікросхеми TL431..... 84
Махнов А.О., Вінниченко І.Л. Моделювання резонансного перетворювача для системи електроживлення суден на електричні тязі 89
СЕКЦІЯ 5. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД 92
Білюк І.С., Савченко О.В., Рачинський А.В. Спосіб модернізації електропривода бурової установки 92
Білюк І.С., Савченко О.В., Льовкін В.С. Удосконалення системи керування деревообробного верстата 95

Дьяконов О.С., Іхсанов Ш.М., Воскобоєнко В. І., Федорук Д. Л. Особливості підготовки керуючих програм для фрезерних верстатів при гравіруванні пояснювальних табличок для суднової електротехнічної продукції …… 98
Войтасик А.М., Бессараб Н.М. Особливості розробки електропривода похилого стрічкового конвеєра з довжиною транспортування вантажу 12 м …… 102
Войтасик А.М., Буравченко В.Є. Особливості розробки електропривода суднової лебідки вантажопідйомністю 3 т …… 105
Войтасик А.М., Гоцуленко Я.В. Особливості розробки електропривода мостового крана вантажопідйомністю 5 т …… 107
Войтасик А.М., Клименко В.С. Особливості розробки електропривода консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 2,5 т …… 110
Рачинський А.В., Білюк І.С., Савченко О.В. Особливості моделювання процесів перетворення енергії у хвильових електростанціях …… 112
Васильєв О.Г., Олейніченко В.О. Автоматизований електропривод насоса водопостачання питної і технічної води …… 114
Писарєв О.С., Васильєв О.Г. Автоматизований електропривод водяних насосів котельної установки …… 119